

GOTTFRIED WILHELM
LEIBNIZ

SAEMTLICHE
SCHRIFTEN UND BRIEFE

HERAUSGEGEBEN
VON DER

BERLIN-BRANDENBURGISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
UND DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN GOETTINGEN

ACHTE REIHE
NATURWISSENSCHAFTLICHE, TECHNISCHE UND MEDIZINISCHE
SCHRIFTEN

DRITTER BAND

Mechanik 1

Akustik, Elastizität, Festigkeit, Stoß
(1671 – 1705)

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	V
VORWORT	XIII
EINLEITUNG	XVII
ZUR TEXT- UND VARIANTENGESTALTUNG	XXVII
I. AKUSTIK, ELASTIZITÄT, FESTIGKEIT	1
1. De sono [zweite Hälfte 1671 (?) – vor Dezember 1680]	3
2. Tuba stentorea vel acustica [1672 – erste Hälfte 1685 (?)]	7
3. Zu John Mayow, Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aereo [Mitte September 1674 – frühe 1680er Jahre (?)]	10
4. De motu [Ende 1674 – Ende 1677 (?)]	12
5. Utrum in animalibus omnia possint fieri beneficio elateriorum mechanicorum [1677 – Januar 1680 (?)]	17
6. Corpora impulsa agunt a se ipsis [März 1677 (?) – Januar 1678]	19
7. De tensione et restitutione [Frühjahr 1679 – Winter 1680/1681 (?)]	22
8. Tentaminum de chordarum tensione schedae Dezember 1680	29
8 ₁ . Tentaminum de chordarum tensione scheda prima	30
8 ₂ . Tentaminum de chordarum tensione scheda secunda	36
8 ₃ . Tentaminum de chordarum tensione scheda tertia	43
8 ₄ . Tentaminum de chordarum tensione scheda quarta	50
8 ₅ . Tentaminum de chordarum tensione scheda quinta	60
8 ₆ . Tentaminum de chordarum tensione scheda sexta	64
9. Motuum restitutionis regula [Dezember 1680]	71
10. De chordarum tensione [Ende Dezember 1680 / Anfang 1681 (?); Ende Juli 1682 – April 1683 (?)]	83

11. Chordae aequabiles aequaliter tensae habent sonos longitudinibus reciproce proportionales [Ende 1680 (?) – 1685 (?)]	88
12. Cogitationes novae de sono [zweite Hälfte August 1681 – erste Hälfte 1685]	90
12 ₁ . De soni generatione, propagatione et expressione in organo, mechanice explicatis	94
12 ₂ . Explicatio mechanica soni	105
12 ₃ . Cogitationes novae quomodo formetur sonus et per aerem propagetur atque in organo auditus exprimatur	112
12 ₄ . Aus Günther Christoph Schelhammer, De auditu	148
12 ₅ . Aus und zu Joseph-Guichard Duverney, Tractatus de organo auditus	151
13. Aus und zu Joachim Jungius, Harmonica [1683 (?) – 1685 (?)]	159
14. Demonstrationes de resistentia solidorum [Ende Januar 1683 – erste Hälfte Juli 1684; erste Hälfte 1693]	169
14 ₁ . De la resistance des solides	176
14 ₂ . De firmitate corporum	188
14 ₃ . Explicatio mechanica elastri	204
14 ₄ . Solidum ubique aequiresistens	214
14 ₅ . De duabus tabulis planis divellendis	218
14 ₆ . Demonstrationes novae de resistentia solidorum	220
14 ₇ . Demonstratio quod extensiones elasticorum sint viribus tendentibus proportionales	241
14 ₈ . De figura trabis ubique aequaliter resistentis	250
14 ₉ . Invenire conoeides solidum aequalis ubique resistentiae	257
14 ₁₀ . Corrigenda zu den Demonstrationes novae de resistentia solidorum . .	259
15. Aus Galileo Galilei, Discorsi [Ende Januar – März / April 1683]	260
16. Cohaesio [Ende Januar 1683 – erste Hälfte 1684 (?)]	261
17. De viribus chordas ad rupturam tendentibus [Ende Januar 1683 – Ende 1684] .	264
18. De corpore tensili rumpendo [Ende Januar 1683 – Ende 1684]	270
19. De corporum compositorum duritie [Ende Januar 1683 – Ende 1684]	273
20. Paradoxon circa firmitatem [Ende Januar 1683 – Mitte 1685 (?)]	274
21. De vibrationibus aeris tensi [Ende Januar 1683 (?) – Juli 1686 (?)]	276
22. De funibus inaequaliter tensis [nach Mitte März 1683]	286
23. Aus und zu C. F. M. Dechales, Traité du mouvement local et du ressort [zweite Hälfte 1683 – erste Hälfte Januar 1686]	290
24. De flexione laminae elasticae [Ende 1683 (?) – Mitte 1685 (?)]	296
25. De restitutionis potentia [Ende 1683 (?) – Oktober 1690]	299

26. Ob lange Seile eher reißen als kurze	29. April (9. Mai) 1685	305
27. De vi elastica ad rationes geometricas revocata	Juli 1686 / 27. August 1689	306
27 ₁ . De aeris resistantia elastica	Juli 1686	307
27 ₂ . De vi elastica ad rationes geometricas revocata tentamen	27. August 1689	311
28. De motu elaterii se restituentis	[Anfang August – zweite Hälfte November 1689]	320
28 ₁ . Chordae extensae restitutionis velocitas	321	
28 ₂ . De motu elaterii se restituentis	323	
29. Ratio tensionis et longitudinis in chordis vel funibus	[Ende Dezember 1689 – Frühjahr 1690 (?)]	326
30. Zeichnungen zur Bruchfestigkeit	[Ende Dezember 1689 – Frühjahr 1690 (?)]	329
31. Appendix de vi absoluta	[Januar – April 1690]	331
31 ₁ . Annotatio de vi absoluta	332	
31 ₂ . Appendix de vi absoluta	334	
32. Restitutio isochrona elastri	[zweite Hälfte 1690 – 1695 (?)]	341
32 ₁ . Restitutio isochrona elastri	342	
32 ₂ . Demonstratio de restitutionis elasticae isochronismo	352	
33. Hypothesis de fluido elastico materiae interfuso	[April 1704 – Anfang 1705 (?)]	362
II. STOSS		365
II.A. NOTIZEN, KONZEPTE, AUFZEICHNUNGEN		367
34. Quomodo concursus corporum concipi possint	[1671 (?) – September 1677 (?)]	369
35. Experimenta domini Regnault pendulis facta	[Herbst 1674 (?) – Januar 1678]	371
36. De concursu duorum corporum	[zweite Hälfte November 1676]	373
37. De legibus concursus	[Winter 1676/1677 (?) – Januar 1678]	375
38. Aequalis processus centri gravitatis	[Winter 1676/1677 – Januar 1678]	377
39. Elaterium est causa imperfectionis in corporum concursu	März 1677	380
40. Ex duobus regulis concursus consequentiae	März 1677	390
41. Propositio fundamentalis totius scientiae Mechanicae	[März – Mai 1677]	396
42. De regulis concursus apud Hugenium et Mariottum	[März – Mai 1677]	398
42 ₁ . Regle de Mons. Hugens	400	
42 ₂ . Schedula de decem casibus Hugenianis	407	
42 ₃ . Aus und zu E. Mariotte, <i>Traité de la percussion</i>	409	
43. De ratione celeritatum ante et post concursum	[März – Mai 1677]	414

43 ₁ . De ratione celeritatum ante et post concursum [März – Mai 1677]	416
43 ₂ . Specimina artis condendi theorematum Mai 1677	422
44. De centro potentiae. De servanda potentia et directione in duorum corporum concursu [Mai – Mitte Juni 1677]	429
45. Motus centri potentiae [Mai – Mitte Juni 1677]	443
46. De concursu corporum inflexilium ac de via centri potentiae [Mai – Mitte Juni 1677]	448
47. Calculus summae et differentiae quadratorum celeritatum [Mai – Juni (?) 1677]	456
48. De compositione motuum sive de corporibus concurrentibus in navi progre- diente 10. (20.) Juni 1677	460
49. Certa de motu 10. (20.) Juni 1677	468
50. De vi ictus 11. (21.) Juni 1677	474
51. De permutatione potentiarum deque motuum compositione [Sommer (?) 1677]	480
52. Eadem semper est celeritas separationis et celeritas concursus [Ende Juni 1677 – Januar 1678]	488
53. Centrum gravitatis semper sequitur corpus potentius [Ende Juni 1677 – Januar 1678]	498
54. De motu centri potentiae si corpus unum in aliud quiescens incurrit [Ende Juni 1677 – Januar 1678]	505
55. De aestimatione ictus in concursibus corporum [Ende Juni 1677 – Januar 1678]	516
56. Experiences à faire sur le mouvement [Ende September – Oktober (?) 1677]	520
57. De regula concursus corporum inaequalium [um Mitte] Januar 1678	524
58. De corporum concursu Januar – Februar 1678	527
58 ₁ . De corporum concursu scheda prima	530
58 ₂ . De corporum concursu scheda secunda	542
58 ₃ . De corporum concursu scheda secundo-secunda	553
58 ₄ . De corporum concursu scheda tertia	560
58 ₅ . De corporum concursu scheda quarta	569
58 ₆ . De corporum concursu scheda quinta	577
58 ₇ . De corporum concursu scheda sexta	588
58 ₈ . De corporum concursu scheda secundo-sexta	599
58 ₉ . De corporum concursu scheda septima	627
58 ₁₀ . De corporum concursu scheda octava	636

58 ₁₁ . De corporum concursu scheda nona	645
58 ₁₂ . De corporum concursu scheda decima	653
59. Quomodo inveniri possit locus duorum globorum post ictum obliquum [Februar 1678 – 1686]	661
60. Corporum concursus casus aliqui faciliores [Februar 1678 – 1686]	663
61. De aequilibrio in corporum concursu [1680 (?) – 1685 (?)]	668
62. Modus demonstrandi leges percussionis [1680 – 1685]	670
63. De concursu sine ictu, deque refractione 19. (29.) November 1681	674
64. De virium gyrationis ad vires progressionis proportione [Dezember 1681 (?) – Februar 1689]	679
65. Motuum compositioni non est fidendum, praesertim in concursu obliquo [1686 (?) – Oktober 1687]	681
65 ₁ . De motu impresso et ex gravitate orto non componendis	683
65 ₂ . De methodo alternorum, deque compositione motuum et virium in concursu obliquo	685
65 ₃ . Motuum compositioni non est fidendum, praesertim in concursu obliquo	689
66. Principia universalia ad concursus directos ac obliquos determinandos [1686 – Oktober 1687]	705
67. Leges concursuum [Ende Oktober 1686 – Anfang Februar 1687]	735
68. Physico-Mechanicae leges ex congressu corporum ductae [Herbst 1688] . .	747
69. Plurium corporum concursus [Herbst 1688 – Anfang 1689]	759
70. Permutatio impetuum non succedit nisi inter aequalia [März 1689 – März 1690]	766
71. Si corpus incurrens sistatur, non eadem servetur potentia [März 1689 – März 1690]	767
II.B. AUSZÜGE, REZENSIONEN	769
72. Notiz zu M. Marci, De Motu [Anfang 1686 (?) – Anfang 1695 (?)]	771
73. Aus und zu G. A. Borelli, De vi percussionis [März 1689 – März 1690] . .	772
74. Regulae motus Cartesii [März 1689 – März 1690]	785
75. Aus C. Huygens, Traité de la lumière [...] avec un discours de la cause de la pesanteur [Mitte September – 12. Oktober 1690]	787
76. Aus und zu G. J. Sohier, Nouveau systeme de la percussion des corps [Mai 1696 – Januar 1698 (?)]	790
77. Zu A. Parent, Élémens de méchanique et de physique [Mitte Januar – Juni 1701]	800

77 ₁ . Aus und zu A. Parent, <i>Élémens de méchanique et de physique</i>	802
77 ₂ . Rezension zu A. Parent, <i>Élémens de méchanique et de physique</i>	827
III. NACHTRÄGE	833
III.A. TECHNICA (Zu Bd VIII, 1)	835
78. Perspektivische Zeichnung einer pyramidenförmigen Turmspitze auf Sockel [Frühjahr 1672 – Herbst 1673]	837
III.B. BEWEGUNG (Zu Bd VIII, 2)	839
79. An ex Sinclaro [August 1670 – Anfang 1672]	841
VERZEICHNISSE	845
Personen	847
Schriften	850
Sachen	863
Orte	930
Fundstellen	933
Konkordanzen	937
Siglen, Abkürzungen, Zeichen	939
Berichtigungen	943

VORWORT

Die Reihe VIII der Leibniz-Edition ist ein durch das Akademienprogramm gefördertes Langzeitvorhaben der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Die Reihe VIII wird an der für sie gegründeten Editionsstelle Leibniz-Edition Berlin seit 2001 bearbeitet und ist auf 12 Bände geplant. Neben den bereits erschienenen ersten beiden Bänden mit Schriften aus der Pariser Zeit (1672–1676) werden in dem hier nun vorliegenden dritten Band wie in den noch folgenden Bänden alle übrigen Schriften, die der Nachlass überliefert oder Leibniz noch selbst veröffentlicht hat, geordnet nach Teilbereichen – Naturwissenschaften (Bde 3 bis 8), Medizin (Bde 9, 10), Technik (Bde 11, 12) – ediert, wobei die Mechanik voraussichtlich fünf Bände der naturwissenschaftlichen Schriften umfassen wird. Grundlage dieser Reihenplanung war eine 2013/2014 durchgeführte Nachkatalogisierung, die darin bestand, die Handschriftenbestände des Leibniz-Archivs, die für eine Aufnahme in Reihe VIII vorgesehen waren, vollständig zu sichten.

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Regierenden Bürgermeister von Berlin, Senatskanzlei für Wissenschaft und Forschung, für die Finanzierung des Vorhabens. Arbeitsgrundlage der Berliner Editionsstelle sind die Digitalisate der in Reihe VIII zu edierenden Handschriften. Sie sind dank der umfassenden Finanzierung seitens der Deutschen Forschungsgemeinschaft in hochauflösender Qualität angefertigt worden und werden freundlicherweise von der Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek Hannover (Niedersächsische Landesbibliothek) zur Verfügung gestellt. Dank der großzügigen Finanzierung sowohl durch die Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung als auch durch die Stiftung der Versicherungsgruppe Hannover sind die Digitalisate online zugänglich (<http://ritter.bbaw.de>).

Der Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek Hannover danken wir für ihre Unterstützung, insbesondere dem Leiter der Abteilung Handschriften, Matthias Wehry, sowie Anja Fleck, die uns mit Reproduktionen und Durchlichtscans aus dem Leibniz-Archiv umfangreich versorgte. Seitens der Leibniz-Forschungsstelle Hannover haben wir vielfach Unterstützung erfahren: Nora Gädeke, Charlotte Wahl und Siegmund Probst verdanken

wir zahlreiche wertvolle Hinweise auf Handschriften, Schreiberhände, auf Literatur, die Leibniz benutzt haben könnte, sowie zu Fragen der Datierung. Sehr dankbar sind wir den Editionsstellen in Münster und Potsdam, die uns dabei halfen, Wasserzeichen in Textträgern von Schriften, die im vorliegenden Band ediert sind, zu bestimmen, um sie näher datieren zu können. Stephan Meier-Oeser überließ der Arbeitsstelle eine Kopie der Münsteraner Wasserzeichendatenbank und unterwies uns in deren Benutzung. Stephan Waldhoff unterstützte uns in der Benutzung der Potsdamer Wasserzeichensammlung, identifizierte eigens Wasserzeichen sowie Schreiberhände und half überdies bei der Klärung von Datierungsfragen.

Ein besonderer Dank geht an Laurynas Adomaitis, der so großzügig seine Forschungsergebnisse mit uns teilte: Auf seinen Beobachtungen und der von ihm vorgeschlagenen Lösung („Flip theory“) beruht weitestgehend die Textfolge der Scheda secundo-secunda (N. 58₃), wie sie in vorliegendem Band als Unterstück des Komplexes *De corporum concursu* (N. 58) konstituiert worden ist. Wir danken Valérie Debuiche für Hinweise, die sie uns bezüglich der im ersten Band erschienenen Stücken zur Perspektive zukommen ließ. Zu großem Dank sind wir Walter Bühler verpflichtet, der uns zur frühneuzeitlichen Literatur sowie zur Geschichte der Musiktheorie und physikalischen Akustik viele wichtige Hinweise gab und uns großzügig weit mehr an Informationen zu den hier edierten Stücken zur Akustik lieferte, insbesondere zu den Jungius-Auszügen (N. 13), als wir aus Rücksicht auf die Richtlinien der Edition in den Erläuterungen aufnehmen konnten.

Unserer studentischen Mitarbeiterin Pauline Just sind wir sehr dankbar: Sie erstellte für die Stücke des vorliegenden Bandes eine Datierungsmappe, in der die datierungsrelevanten Informationen gesammelt wurden, identifizierte und dokumentierte Wasserzeichen für diesen wie den nächsten Band und trug in vielerlei Hinsicht zum Bearbeitungsfortschritt des Vorhabens bei. Wir danken Gunthild Peters (geb. Storeck), die im Rahmen eines Werkvertrages Nachzeichnungen von Diagrammen anfertigte und Vorarbeiten zur Kollation von N. 14₆ lieferte. Christoph Sander danken wir, dass er die Möglichkeiten seines Werkvertrags intensiv nutzte, um die von Leibniz zitierte Literatur zu bibliographieren und weitere Anspielungen aufzulösen und mit Stellennachweisen zu belegen.

Wie schon beim zweiten Band meisterte Katharina Zeitz in unermüdlichem Einsatz auch die setzerischen Herausforderungen für den allergrößten Teil des vorliegenden Bandes. Ihr ist es wieder zu verdanken, dass zahlreiche Probleme des Layouts in L^AT_EX gelöst werden konnten. Wir danken Serena Pirrotta und Christoph Schirmer vom De Gruyter Verlag für die gute Zusammenarbeit.

Berlin, im Dezember 2020

Harald Siebert

EINLEITUNG

DER DRITTE BAND UND DIE *LEIBNIZ EDITION BERLIN*

Schon wenige Jahre nach Gründung der Berliner Editionsstelle (2001) wurde für die Reihe VIII als Teilprojekt der Leibniz-Edition eine erste Laufzeit im Akademienprogramm bewilligt. Sie sah einen Abschluss des dritten Bandes bis zum Jahre 2020 vor und knüpfte daran die Möglichkeit einer Verlängerung des Vorhabens über diese Zeit hinaus. Der nun vorliegende dritte Band vereint erstmals Schriften, die Leibniz nach Paris verfasst hat. Das hierfür zu edierende Material war ungleich weniger erschlossen und hinsichtlich des größeren Zeitraums weit schwieriger zu datieren sowie angesichts von Leibnizens eigener Entwicklung um vieles anspruchsvoller als alles, was an Inhalten und deren Behandlung die Bände davor zu bieten hatten. Allen Herausforderungen zum Trotz erfüllt die Editionsstelle mit vorliegendem Band das Ziel, das für die erste Laufzeit bis 2020 gesetzt war, und kann im Anschluss daran nach der mittlerweile bewilligten Verlängerung des Vorhabens die weiteren Bände der Reihe bearbeiten.

DER DRITTE BAND IN DER REIHENPLANUNG

Leibnizens Abschied aus Paris liefert eine Zäsur für die Reihenplanung, an der die chronologische Ordnung von einer inhaltlichen abgelöst wird. Die bereits erschienenen Bände 1 und 2 der Reihe enthalten diejenigen Schriften, von denen als sicher gelten durfte, dass Leibniz sie während seines Aufenthalts in Paris (1672–1676) oder davor abgefasst hatte. Die weiteren Bände der Reihe sind für die Schriften bestimmt, die in der Zeit nach Paris entstanden sind oder entstanden sein könnten. Für ihre Planung ist das Prinzip einer chronologischen Anordnung nicht haltbar, weil sie ganz überwiegend undatiert überliefert sind und für die zu erschließende Datierung der viel größere Zeitraum von Ende 1676 bis zu Leibnizens Tod in Frage kommt. Datierungen zu erschließen, ist ein Ergebnis der Forschung, die Hand in Hand mit der Aufnahme und Edition der Stücke erfolgt und nicht getrennt davon oder im Vorfeld erbracht werden kann, ohne den auf Bände kalkulier-

ten Bearbeitungsfortschritt und Veröffentlichungsplan des Vorhabens aufzugeben. Daher folgt die Reihenplanung für die Bände drei bis zwölf dem Prinzip der Modularisierung, d.h. einer Edition des Materials nach Teilbereichen (naturwissenschaftliche, medizinische, technische Schriften) und Themen. Das größte Modul bildet dabei die Mechanik, die allein fünf Teile bzw. Bände der naturwissenschaftlichen Schriften umfassen wird und deren erster Teil mit vorliegendem Band ediert wird. Eine chronologische Ordnung der Schriften gilt hier wie in allen weiteren Bänden der Reihe nur noch innerhalb eines Bandes in den Rubriken und Unterrubriken, die darin für die verschiedenen Themen gebildet werden. Zeiträume, die im Titel der Bände in Klammern mit angeführt werden, liefern für die Bändeplanung kein Kriterium, sondern vermerken lediglich die Spanne der für die Stücke des jeweiligen Bandes erschlossenen Datierungen.

Grundlage dieser modularisierten Reihenplanung bilden diejenigen Handschriftenbestände, die bei Gründung der Editionsstelle für eine Aufnahme in Reihe VIII ausgewählt worden waren und deren genauere Überprüfung in den Jahren 2013/2014 durchgeführt wurde. Für diese sogenannte Nachkatalogisierung stand nur ein Zeitraum von zwölf Monaten zur Verfügung, in dem neben einer geringen Zahl an Drucken mehr als 9.300 Handschriftenseiten zu sichten waren, die der Arbeitsstelle seit ihrer Gründung in Form hochauflösender Scans zur Verfügung standen. Dabei kamen allein 688 Stücke zu Tage, die im Arbeitskatalog der Leibniz-Edition („Ritter-Katalog“) bis dahin unbekannt waren und schließlich eine Anpassung der Reihenplanung von acht auf zwölf Bände nach sich zogen. Allerdings erlaubte die Nachkatalogisierung es nicht, die Handschriften inhaltlich weiter zu erschließen, als es zu Zwecken der Reihenplanung erforderlich war, die darauf abzielte, die Stücke nach den Teilbereichen der Reihe und darin nach Themen zu ordnen. Für eine tiefergehende Erfassung war die Zeit im Verhältnis zum Umfang des zu sichtenden Materials schlicht zu kurz. Allein daher darf fest damit gerechnet werden, dass sich mit fortschreitender Bearbeitung der Reihe die Erkenntnisse über den Nachlass erweitern. Der Inhalt einzelner Stücke erschließt sich zunehmend, wenn Handschriften im Zuge der Bandbearbeitung aufgenommen werden. Dabei wird es nicht ausbleiben, mitunter erst dann erkennen zu können, dass Stücke thematisch ganz oder teilweise zu Rubriken gehören, die bereits in einem früheren Band bearbeitet worden sind. Mit diesem unvermeidlichen Umstand, dass die Erforschung des Nachlasses auf dem Fortschritt der Edition beruht und davon nicht zu trennen ist, wird die Reihe VIII pragmatisch umgehen: Bleibt die Zahl der nachträglich einer bereits bearbeiteten Rubrik zuzuordnenden Stücke gering, werden diese als Nachträge zu einem früheren Band ediert, ist deren Zahl größer, erfährt eine bereits einmal bearbeitete Rubrik eine Fortsetzung in einem späteren Band.

Zur Rubrik Stoß, die aufgrund der Laufzeitvorgabe, die für diesen dritten Band und die Editionsstelle verpflichtend war, nicht mehr alle vorbereiteten Stücke aufnehmen konnte, wird es auf jeden Fall eine Fortsetzung im zweiten Teil der Mechanik (Bd VIII, 4) geben. Dass Erkenntnisse über das zu edierende und überwiegend unveröffentlichte Material nur sukzessive zu erlangen sind, liegt in der Natur der Sache: Ein riesiger Nachlass, der erst durch die Edition erschlossen wird. Kompensieren wird man diese vom Bearbeitungsfortschritt abhängige und nach Bänden getrennte Präsentation der Editions- und Forschungsergebnisse im Nachhinein einmal, wenn die Metadaten dazu digital erfasst werden, so dass sich die Stücke dann beliebig nach thematischen, chronologischen und anderen Zusammenhängen anordnen und in Beziehung setzen lassen.

DIE STÜCKE IM DRITTEN BAND

Der vorliegende dritte Band der naturwissenschaftlichen, medizinischen und technischen Schriften vereint 79 Stücke aus den Gebieten Akustik, Elastizität, Festigkeit und Stoß und liefert damit den ersten Teil der voraussichtlich fünf Bände umfassenden Schriften zur Mechanik. Zwölf der im Band nummerierten Stücke (N. 8, N. 12, N. 14, N. 27, N. 28, N. 31, N. 32, N. 42, N. 43, N. 58, N. 65, N. 77) gliedern sich insgesamt in 51 Unterstücke, so dass *LSB* VIII, 3 mit 118 Einzelstücken vorliegt, die zusammen 421 Nachzeichnungen von Diagrammen und Abbildungen enthalten, von denen drei zusätzlich in Reproduktion der handschriftlichen Vorlage (Faksimile) wiedergegeben werden (N. 8₄, N. 11, N. 14₆).

Unter den Schriften des Bandes bilden diejenigen zu den Gebieten Akustik, Elastizität und Festigkeit eine zusammenhängende und chronologisch geordnete Rubrik mit 33 Stücken (N. 1 bis N. 33 bestehend aus 55 Einzelstücken). Der Grund hierfür ist, dass eine strenge Trennung zwischen diesen Gebieten auf Grundlage der edierten Schriften kaum möglich ist; unscharf getrennt lassen sich aus dieser gemeinsamen Rubrik 20 Einzelstücke eher der Akustik (N. 1, N. 2, N. 8₁, N. 8₂, N. 8₃, N. 8₄, N. 8₅, N. 8₆, N. 9, N. 10, N. 11, N. 12₁, N. 12₂, N. 12₃, N. 12₄, N. 12₅, N. 13, N. 15, N. 32₁, N. 32₂), 23 Einzelstücke der Elastizität (N. 3, N. 4, N. 5, N. 6, N. 7, N. 14₃, N. 14₇, N. 17, N. 18, N. 21, N. 22, N. 23, N. 24, N. 25, N. 26, N. 27₁, N. 27₂, N. 28₁, N. 28₂, N. 29, N. 31₁, N. 31₂, N. 33), und zwölf Einzelstücke der Festigkeit (N. 14₁, N. 14₂, N. 14₄, N. 14₅, N. 14₆, N. 14₈, N. 14₉, N. 14₁₀, N. 16, N. 19, N. 20, N. 30) zuordnen; die Rubrik Stoß umfasst mit zwei Unterrubriken (II.A. Notizen, Konzepte, Aufzeichnungen; II.B. Auszüge, Rezensionen) insgesamt 44 Stücke (N. 34 bis N. 77₂ bestehend aus 61 Einzelstücken); als Nachträge zu den beiden ersten Bänden der Reihe erscheinen zwei Stücke (N. 78, N. 79).

Von diesen 118 Einzelstücken des vorliegenden Bandes sind 29 eigenhändig von Leibniz datiert (N. 8₁, N. 8₂, N. 8₃, N. 8₄, N. 8₅, N. 8₆, N. 26, N. 27₁, N. 27₂, N. 39, N. 40, N. 43₂, N. 48, N. 49, N. 50, N. 57, N. 58₁, N. 58₂, N. 58₃, N. 58₄, N. 58₅, N. 58₆, N. 58₇, N. 58₈, N. 58₉, N. 58₁₀, N. 58₁₁, N. 58₁₂, N. 63); bei den dreien als Druck überlieferten Stücken liefert das Veröffentlichungsdatum einen sicheren Anhaltspunkt für die Datierung (N. 14₆, N. 14₁₀, N. 77₂). Bei den übrigen 86 Einzelstücken musste die Datierung erschlossen werden (und wird neben dem Titel in eckigen Klammern angegeben). Die hierfür im Kopf der Stücke angeführten Datierungsgründe fallen je nach Schwierigkeit unterschiedlich umfangreich aus (was wiederum durch Fragezeichen in den erschlossenen Datierungen angezeigt wird). Um untere und obere Grenzen (*termini post* bzw. *ante quem*) der zeitlichen Entstehung zu bestimmen, werden Argumente und Indizien zusammengetragen, die sich einem immer nur begrenzten Kenntnisstand verdanken und nicht vollständig sein müssen. Oft ist es daher kaum auszuschließen, dass ein so datiertes Stück tatsächlich früher oder später entstanden sein könnte, auch wenn identifizierte Wasserzeichen in vielen Fällen geholfen haben, den Zeitraum näher einzugrenzen. Die Spannen dieser erschlossenen Datierungen reichen von maximal 174 Monaten (N. 2) bis zu einem Monat und betragen für alle Stücke, deren Datierung erschlossen werden musste, im Durchschnitt 27,4 Monate. Eine größere Genauigkeit als diese rund zweieinviertel Jahre wäre natürlich wünschenswert, aber die Entstehung der undatierten Stücke wird damit auf durchschnittlich weniger als sieben Prozent des Gesamtzeitraums eingegrenzt, aus dem die im Band vereinten Schriften insgesamt stammen. Die im Titel des Bandes ausgewiesene Datierungsspanne ist etwas kürzer, reicht von 1671 bis 1705 und erstreckt sich damit bis in die Pariser Zeit und davor, die Gegenstand der ersten beiden Bände der Reihe war. Dies erklärt sich daraus, dass bei sieben Stücken des vorliegenden Bandes ein so früher Zeitraum nicht auszuschließen ist, sich deren Entstehung aber auch nicht sicher darauf eingrenzen lässt (N. 1, N. 2, N. 3, N. 4, N. 34, N. 35, N. 36). Zwei weitere Stücke, bei denen diese Eingrenzung möglich ist und deren Abfassung noch in Paris oder davor als sicher gelten darf, erscheinen als Nachträge (N. 78, N. 79); sie bleiben für die im Bandtitel angeführte Datierungsspanne unberücksichtigt.

Dass Leibniz Frankreich verlässt und nach Deutschland zurückkehrt, schlägt sich auch sprachlich nieder. Zwar ist nur ein einziges Stück auf Deutsch verfasst – eine Notiz zur Festigkeitslehre (N. 26) –, aber die Verwendung des Französischen geht, soweit sich an den hier edierten Schriften ablesen lässt, deutlich zurück. Von den 115 Einzelstücken (ohne Nachträge und ohne N. 30, das nur aus Zeichnungen besteht) sind fünf teilweise oder ganz auf Französisch geschrieben (N. 23 tlw., N. 42₁, N. 56 tlw., N. 76, N. 77₁). Bei vieren handelt es sich um Auszüge aus französischsprachigen Veröffentlichungen, aus

denen Leibniz den französischen Text zitierend oder paraphrasierend übernimmt und in derselben Sprache kommentiert (im Fall von N. 23 und N. 42₁ auf Lateinisch). Im Vergleich zu diesem sehr geringen Anteil (von rund vier Prozent) war im zweiten Band der Reihe noch ein Drittel der Stücke auf Französisch verfasst. Wenn sich Leibniz nach Paris mit den Themen auseinandersetzt, die Gegenstand des vorliegenden Bandes sind, denkt er, soweit sich dies aus seinem Schreiben folgern lässt, fast ausschließlich auf Lateinisch.

Unter den im Band vorkommenden Textarten bzw. Textsorten sind Konzepte am häufigsten anzutreffen: Konzept ist eine weit gefasste Bezeichnung für Stücke unterschiedlicher Länge, in denen nicht einfach Unfertiges zu sehen ist, aber auch nicht unbedingt Entwürfe für geplante oder mögliche Veröffentlichungen oder Weitergaben, sondern in denen Leibniz Erkenntnisse zusammenführt, in Beziehung setzt, überprüft, Gedanken entwickelt, Untersuchungen durchführt oder Ideen nachgeht. Insgesamt 55 Einzelstücke im Band sind Konzepte (N. 4, N. 9, N. 12₁, N. 12₂, N. 14₁, N. 14₂, N. 14₃, N. 14₅, N. 14₇, N. 21, N. 27₂, N. 32₁, N. 32₂, N. 34, N. 39, N. 40, N. 41, N. 43₁, N. 43₂, N. 44, N. 45, N. 46, N. 47, N. 48, N. 49, N. 50, N. 51, N. 52, N. 53, N. 54, N. 55, N. 56, N. 57, N. 58₁ bis N. 58₁₂, N. 60, N. 63, N. 64, N. 65₃, N. 66, N. 67, N. 68, N. 69, N. 70, N. 71).

Aufzeichnungen kommen im Band am zweithäufigsten vor. Leibniz sammelt und dokumentiert in diesen Schriften, was ihm an eigenen und fremden Gedanken, Erfahrungen, Beobachtungen, Berichten bemerkenswert oder wichtig erscheint. Zu dieser Textart zählen insgesamt 31 Einzelstücke (N. 1, N. 2, N. 6, N. 7, N. 8₁, N. 8₂, N. 8₃, N. 8₄, N. 8₅, N. 8₆, N. 10, N. 14₄, N. 14₈, N. 14₉, N. 16, N. 17, N. 18, N. 22, N. 24, N. 25, N. 27₁, N. 28₁, N. 28₂, N. 29, N. 33, N. 37, N. 38, N. 59, N. 62, N. 65₁, N. 65₂). Im zweiten Band der Reihe war die Verteilung umgekehrt: Dort überwogen die Aufzeichnungen mit 42 Einzelstücken gegenüber den Konzepten mit 31 Einzelstücken. Gleichhäufig kommen im dritten Band Notizen und Auszüge vor. Während Notizen sich vor allem dadurch von Aufzeichnungen unterscheiden, dass sie kürzer sind, spontan wirken und fragmentarisch sein können, gehen Auszüge auf eine intensive inhaltliche Auseinandersetzung mit einem fremden Text zurück und bestehen aus Paraphrasen und Zitaten, teils begleitet von Leibnizens eigenen Kommentaren. Bei zwölf Einzelstücken handelt es sich um Notizen (N. 3, N. 5, N. 11, N. 15, N. 19, N. 20, N. 26, N. 31₁, N. 35, N. 36, N. 61, N. 72), bei zwölf weiteren um Auszüge (N. 75, N. 12₄, N. 23, N. 42₁, N. 42₁, N. 12₅, N. 13, N. 73, N. 74, N. 76, N. 77₁, N. 79). Drucke (N. 14₆, N. 14₁₀, N. 77₂) und Reinschriften (N. 12₃, N. 31₂, N. 42₂) sind jeweils nur durch drei Einzelstücke vertreten. Zwei Stücke bestehen ausschließlich aus Zeichnungen ohne Text (N. 30, N. 78).

Über den gesamten Band hinweg halten sich Konzepte (55) einerseits und Aufzeichnungen, Notizen und Auszüge (55) andererseits die Waage. Man mag versucht sein, eine

Haltung daran abzulesen, die gleichermaßen ausgewogen ist: Leibniz, der sich einerseits mit den Erkenntnissen seiner Zeit auseinandersetzte und sich Wissen aneignete (Aufzeichnungen, Notizen, Auszüge) und der davon ausgehend weiter forschte und zu eigenen Erkenntnissen kam (Konzepte). Die beiden Rubriken des Bandes haben sehr unterschiedlich Anteil an dieser Verteilung von Textarten. Während bei den Stücken zur Akustik, Elastizität und Festigkeit die Aufzeichnungen (25), Notizen (8) und Auszüge (4) gegenüber den Konzepten (13) überwiegen, handelt es sich bei den Stücken zum Stoß mehrheitlich um Konzepte (42), neben wenigen Notizen (4), Aufzeichnungen (6) und Auszügen (7). Die Dominanz der Konzepte beim Stoß mag dafür sprechen, dass Leibniz mehr selbstständig Wege geht, Dinge durchdenkt und ausprobiert, eigene Lösungen anstrebt. Nicht zu vergessen ist dabei aber, dass Leibniz eigene Ergebnisse nur zur Festigkeit veröffentlichte (N. 14₆), während er zum Stoß lediglich eine Rezension publizierte (N. 77₂).

Deutlich ausgewogener zwischen den beiden Rubriken des Bandes vergibt Leibniz seinen Schriften einen Titel, der bei 24 Einzelstücken zum Stoß und bei 28 Einzelstücken zur Akustik, Elastizität und Festigkeit von ihm selbst stammt. Sehr selten versieht Leibniz seine Schriften mit einem Datum, wichtig scheint ihm dies aber deutlich mehr bei seinen Schriften zum Stoß gewesen zu sein, von denen 20 Einzelstücke eigenhändig datiert sind, während dies nur auf neun Schriften zur Akustik, Elastizität und Festigkeit zutrifft. Zu diesen datierten Stoß-Stücken zählen auch die zwölf Unterstücke von *De corporum concursu* (N. 58). Aber auch unter den eigenhändig datierten Stücken zur Akustik und Elastizität findet sich eine ähnlich akribisch durchgezählte Abfolge von Blättern, die *Tentaminum de chordarum tensione schedae* (N. 8), im Umfang von immerhin sechs Unterstücken.

Nur drei Stücke dieses Bandes sind von Leibniz selbst veröffentlicht worden: Ein Aufsatz zur Festigkeitslehre, der 1684 in den *Acta eruditorum* erschien (N. 14₆), Corrigenda dazu, die fast zehn Jahre später in derselben Zeitschrift gedruckt wurden (N. 14₁₀), sowie eine Rezension, die 1701 ebenda erschien (N. 77₂). Posthum sind nicht nur dieser Aufsatz aus den *Acta eruditorum* (N. 14₆), sondern weitere 23 Einzelstücke des Bandes veröffentlicht worden, davon sechs aus der Rubrik Akustik, Elastizität, Festigkeit bei GERLAND 1906 (N. 11, N. 12₁, N. 12₂, N. 12₃, N. 21, N. 26) und 17 aus der Rubrik Stoß bei FICHANT 1994 (N. 42₃, N. 48, N. 49, N. 56, N. 57, N. 58₁ bis N. 58₁₂), darunter die zwölf Unterstücke von *De corporum concursu* (N. 58). Es handelt sich hier um vollständige Wiedergaben der Handschriften bezogen auf den gültigen Text (während die gestrichenen Teile unberücksichtigt bleiben). Zumindest teilweise ist der nicht gestrichene Text von zwölf weiteren Stücken zum Stoß bei FICHANT 1994 erschienen (N. 39, N. 40, N. 41, N. 42₁, N. 43₂, N. 44, N. 46, N. 50, N. 52, N. 53, N. 54, N. 55). Somit liefert

der Band zu zwei Dritteln Stücke (80 Einzelstücke), die bislang unveröffentlicht waren und macht diese Schriften aus dem Nachlass erstmals einer interessierten Leserschaft zugänglich und in historisch-kritisch edierter Form für die Forschung nutzbar.

Harald Siebert

ZUR TEXT- UND VARIANTENGESTALTUNG

TEXTGESTALTUNG

Bei der Textgestaltung werden die Grundsätze befolgt, die in den Vorworten zu den Bänden I, 5 und VI, 6 als für alle Reihen verbindlich festgelegt wurden. Dabei gilt insbesondere:

1. Jedes unbetitelte Stück erhält eine Überschrift in der Sprache des Stücks. Eigene Überschriften von Leibniz werden übernommen, jedoch hinsichtlich der Groß- und Kleinschreibung sowie der Akzentuierungen den anderen Überschriften angepasst. Das Leibniz'sche Original wird unmittelbar vor dem Text wiederholt.

2. Die Groß- und Kleinschreibung lateinischer Texte wird gemäß den Editionen der Klassiker normalisiert. Insbesondere werden i und j sowie u und v entsprechend vereinheitlicht. Vollständige Sätze werden mit einem Punkt abgeschlossen. Jeder Satzanfang wird groß geschrieben. Akzente fallen weg.

3. In französischen Texten wird das Schriftbild beibehalten, jedoch werden Akzente dort ergänzt, wo Missverständnisse entstehen können. Fehlt bei Leibniz offensichtlich ein Apostroph, so ergänzen wir es. Wenn ein „que“ als Kürzel auftritt, wird es im modernen Sinne aufgelöst. Sprachliche Versehen werden verbessert, wenn Leibniz die richtige Form zur fraglichen Zeit kennt und verwendet (Beispiel: „certaines corps“ statt „certains corps“ bei Leibniz wird verbessert). Sie werden beibehalten, wenn Leibniz die falsche Form vorsätzlich, etwa auf Grund einer Änderung, niederschreibt (Beispiel: contante), seine Kenntnis der richtigen Form also nicht sicher belegt ist.

4. Die Leibniz'sche Interpunktionsregel wird bewahrt. Hinzugefügte Zeichen werden, abgesehen von den unter Punkt 2 und 3 genannten Fällen sowie bei offensichtlichen Flüchtigkeiten, in eckige Klammern gesetzt.

VARIANTENGESTALTUNG

Die Variantengestaltung erfolgt gemäß den Regeln der anderen Reihen. Eine Variante ist durch Zeilenangabe sowie vorderen und hinteren Anschluss eindeutig mit dem Haupttext verknüpft. Streichungen und Ergänzungen werden zwischen senkrechte Striche gesetzt;

Ergänzungen können auch durch bloße Angabe des hinzugefügten Textes dargestellt werden. Bei Ersetzungen kennzeichnen vorangestellte Ziffern (1), (2), (3) ... und Buchstaben (a), (b), (c) ..., (aa), (bb), (cc) ... die Stufen der Gedankenentwicklung. Jede nachfolgende Stufe hebt die vorhergehende auf. Nachgestellte Siglen (in diesem Band meist *L*) bezeichnen den Textzeugen, welchem die Variante entnommen ist. Um bei tief gestuften Varianten die Übersicht zu wahren, werden die Bezeichnungen zu Fünfergruppen zusammengefasst und wie folgt wiedergegeben: (aaaaa-a) ... (bbbb-b) ... (aaaaa-aa) ... (bbbb-bb) usw. Treten innerhalb von Varianten Ergänzungen und Streichungen auf, die ihrerseits wieder Varianten enthalten, so werden solche Streichungen und Ergänzungen als eigenständige Textteile behandelt. Die Variantenzählung beginnt in diesen Fällen neu.

In den Varianten werden Wortlaut, Zeichensetzung und Rechnungen grundsätzlich nicht berichtet, auch nicht bei offensichtlichen Fehlern. Abbrechende Wörter werden nicht vervollständigt. Die letzte Korrekturstufe kann aus Platzgründen abgekürzt wiedergegeben werden. Die Auslassungen werden durch Punkte in eckigen Klammern kenntlich gemacht.

Beispieltext zur Variantengestaltung nach VIII, 1 N. 21₂

21 polito, quam rugoso tapete decurrat. Sed quam precaria quantisque difficulta-
22 tibus obsita sit haec Hypothesis quam aliena similitudine confirmata dudum a
23 multis observatum est.

21–23 decurrat. (1) Sed (a) quam obscura (b) quam obnoxia difficultatibus (c) quis concedat (aa) omne rar (bb) quantum unum quodque corpus est, rarius tanto esse villo. (2) Sed (a) quantis difficultati (b) quam [...] Hypothesis | quam aliena similitudine (1) adhibita (2) confirmata; dudum erg. | a multis (aa) expositum est (aaa) vero (bbb) et ausim dicere vix (bb) observatum est. *L*

21–23 decurrat.

(1) Sed

- (a) quam obscura
- (b) quam obnoxia difficultatibus
- (c) quis concedat
- (aa) omne rar
- (bb) quantum unum quodque corpus est, rarius tanto esse villo.

(2) Sed

- (a) quantis difficultati
- (b) quam [...] Hypothesis | quam aliena similitudine (1) adhibita
- (2) confirmata; dudum erg. | a multis
- (aa) expositum est
- (aaa) vero
- (bbb) et ausim dicere vix
- (bb) observatum est. *L*

KOLLATIONEN

Ist ein Stück durch mehr als einen Textzeugen überliefert (*L*, *l*, *Lil*, *E*, *LiE*), erfolgt eine Kollation (in diesem Band N. 12₃, N. 14₆, N. 31₂): Einer dieser Zeugen wird als Grundlage für den Haupttext des edierten Stücks herangezogen und als „Unsere Druckvorlage“ in der „Überlieferung“ ausgewiesen. Für alle Stellen, an denen die Zeugen mit der Druckvorlage und untereinander übereinstimmen, also keine Abweichungen im gültigen Text oder der Textgenese aufweisen, bleibt der Apparat stumm. Weichen die Zeugen hinsichtlich des gültigen Texts oder dessen Genese von der Druckvorlage oder voneinander ab, werden ihre Varianten im textkritischen Apparat angegeben, und zwar mit jeweils eigenem vorderem Anschlusswort und mit der Sigle des zitierten Zeugen (oder mit den Siglen der Zeugen, falls mehrere dieselbe Variante aufweisen). Eine mit diesen Varianten einhergehende Textgenese wird gemäß der oben beschriebenen Variantengestaltung dokumentiert. Der textkritische Apparat kann darüber hinaus bei Kollationen je nach Vorkommen folgende Phänomene vermerken (teils mit eigenen Formulierungen):

— Zeugen überliefern den im Apparat angeführten (ggf. durch [...] gekürzten) Text der Druckvorlage nicht (*fehlt*), z. B.:

4-S. 239.8 Scientia Mechanica [...] unice desideratur. *fehlt L³*

— Der im Apparat angeführte Text eines Zeugen ist als gestrichen bzw. ungültig zu werten (*versehentlich erhalten*), z. B.:

11 monuimus. [2v^o] (1) Sed (2) Hic | ergo *erg.* | distinctius | cognosci *versehentlich erhalten* | explicari meretur | editum *erg.* | admirandae *L¹*

— Gestrichener Text eines Zeugen ist als nicht gestrichen bzw. gültig zu werten (*versehentlich gestr.*).

— Zeugen haben eine von der Druckvorlage oder voneinander abweichende Zeichensetzung, die der Apparat nach dem Anschlusswort durch ein zusätzliches Leerzeichen besonders kenntlich macht, z. B.:

4 partes , *L¹* partes *L²* partes , *E¹*

— Zeugen heben, abweichend von der Druckvorlage oder voneinander, Text hervor oder nicht, z. B.:

4 in fig. 1 *L¹* in fig. 1 *L²*

RECHNUNGEN UND NOTATION

Die Leibniz'sche mathematische Notation wird durch Kursivierung vereinheitlicht. Nebenrechnungen werden wie Marginalien behandelt und direkt unter den Text gesetzt. Leibniz benutzt die zu seiner Zeit übliche Überwärtsdivision mit ihren charakteristischen Streichungen und rechnet gelegentlich „fortlaufend“ weiter, d.h. er verwendet bei Gleichungsketten Zwischenergebnisse ohne Neuansatz (vgl. VIII, 1 N. 36).

$$\begin{array}{r}
 \cancel{3}2 \\
 \cancel{7}8 \\
 \cancel{2}\cancel{3}\cancel{6}2 & 2644 \\
 \cancel{7}\cancel{2}\cancel{2}f & 147 \\
 \cancel{4}\cancel{9}\cancel{9}9 & \overline{18508} \\
 \cancel{4}4 & 10576 \\
 & 2644 \\
 & \overline{388668}
 \end{array}$$

Zu den Besonderheiten der Rechentechnik gehört weiterhin, dass Leibniz zur Vermeidung von Fallunterscheidungen Doppelvorzeichen verwendet, die paarweise oder auch mehrfach zusammengesetzt sein können. Darüber hinaus benutzt er neben den auch heute üblichen runden Klammern ein- bzw. zweiseitige Halbklammern, die im Text durch Kommata bzw. „ und „ wiedergegeben werden (vgl. VIII, 1 N. 54).

$$\pm x \pm \frac{\beta^2}{2} \quad \sqcap \sqrt{\frac{1}{4} - 2\beta^2, , + 4 - \frac{1}{2}a, \frac{a^3\beta}{n^2}, , + 8 - \frac{1}{8}a^6}{n^2}$$

Aus Gründen der Vereinfachung von Gleichungen und Termen markiert Leibniz einzelne Rechenschritte durch Streichungen oder abgerundete Umrahmungen, und er bezeichnet in mehrzeiligen Schemata mehrfach auftretende Formelbestandteile durch Punktierung (vgl. VIII, 1 N. 54).

$$\begin{array}{l}
 z^4 - 8axz^2 \quad \sqcap \quad +8a^2x^2 \\
 +4a\beta.. \quad \left\{ \begin{array}{l} +64a^2x^2 \\ -64a^2\beta x \\ +16a^2\beta^2 \end{array} \right. \quad \sqcap \quad -8a^2\beta x \\
 \qquad \qquad \qquad \frac{4}{4} \quad \quad \quad \boxed{\begin{array}{l} +4a^2\beta^2 \\ -4a^2\beta^2 \end{array}}
 \end{array}$$

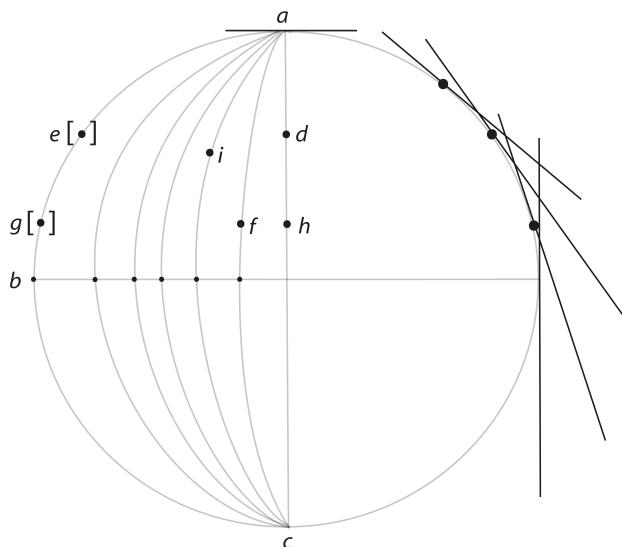
BESONDERHEITEN BEI FIGUREN UND ZEICHNUNGEN

Figuren und Zeichnungen wurden von Leibniz in der Regel in Tinte ausgeführt. Nicht ungewöhnlich sind auch Zeichnungen, die teilweise als Blindzeichnungen überliefert sind. Seltener treten Bleistiftzeichnungen auf. Die Blindzeichnungen werden von den übrigen durch Aufhellung unterschieden. Sie erscheinen daher im Druckbild grau.

Sämtliche Figuren und Zeichnungen werden für den Fall, dass Leibniz sie nicht bezeichnet hat, stückbezogen durchnummeriert. Die vom Editor hinzugefügten Bezeichnungen werden in eckige Klammern gesetzt und kursiviert.

Die Notation innerhalb von Zeichnungen wird mit der des Schriftbefunds abgeglichen und kursiv wiedergegeben. Dabei werden Groß- und Kleinschreibung harmonisiert. Fehlende oder inkorrekte Notationen innerhalb von Zeichnungen werden in eckigen Klammern hinzugefügt bzw. geändert und in den Erläuterungen kommentiert.

Beispiel einer Zeichnung mit Blindzeichnung und nachträglich vom Editor hinzugefügten Elementen aus VIII, 1 N. 134:



I. AKUSTIK, ELASTIZITÄT, FESTIGKEIT

1. DE SONO

[zweite Hälfte 1671 (?) – vor Dezember 1680]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXVII 1 Bl. 16. Ein Blatt 4°. Zwei rechtspaltig beschriebene Seiten.

Datierungsgründe: Das vorliegende Stück N. 1 lässt sich als Entwurf einer umfassenden Untersuchung über akustische Grundphänomene betrachten wie die Entstehung des Schalls aus vibrierenden Körpern, dessen Ausbreitung im Medium der Luft und dessen Aufnahme in das Gehörorgan. Im Text 5 wird zunächst das Phänomen der Schwingung am Beispiel einer gespannten Saite erörtert (S. 4.8–16) und anschließend eine Untersuchung des mechanischen Verhaltens elastischer Fluida und Saiten skizziert, bei der hauptsächlich der Isochronismus der Schwingungen erörtert werden soll (S. 4.17–5.17). Hieran knüpft ferner eine Erläuterung der Ausbreitung und Aufnahme des Schalls an (S. 5.18–6.4), die zum Teil das Erklärungsmodell vorwegnimmt, das in Leibnizens Briefen an G. C. Schelhammer und E. Mariotte vom 10 Februar/März 1681 bis Januar 1682 (*LSB* III, 3 N. 182; 269; 311) sowie in den hiervon herrührenden 10 Stücken N. 12₁, 12₂ und 12₃ dargelegt wird. Auch das am Textende erwähnte Phänomen der gleichförmigen Geschwindigkeit der Schallausbreitung (S. 6.5–9) wird in den Stücken N. 12₁, 12₂ und 12₃ ausführlich erörtert. Ebenso kann man die im Dezember 1680 verfassten *Tentaminum de chordarum tensione schedae* (N. 8) gleichsam als Wiederaufnahme der in N. 1 vorgezeichneten Untersuchung zum 15 Schwingen gespannter Saiten ansehen. Demgemäß ist N. 1 höchstwahrscheinlich vor Dezember 1680 entstanden.

Der Terminus *post quem* der Datierung erweist sich aber als unklar. In der *Hypothesis physica nova* (Mainz 1671, § 32; *LSB* VI, 2 N. 40, S. 236.27–30) führt Leibniz den Schall unmittelbar auf die Bewegung des Äthers zurück und erklärt die Schallausbreitung anhand des antiken Wellenmodells. 20 Der Erklärungsansatz in N. 1 – ebenso wie in den späteren Stücken N. 12₁, 12₂ und 12₃ – bemüht indessen weder den Äther noch das Wellenmodell mehr. Die in N. 1 formulierte Analogie zwischen der Schwingung elastischer Saiten und dem Fall schwerer Körper (S. 4.18–22) sowie die dort vorgeschlagene Erklärung des Isochronismus (S. 5.4–12) erinnern aber an ähnliche Ausführungen in der vermutlich in der zweiten Hälfte 1671 entstandenen *Summa hypotheseos physicae novae* (§ 29–30; *LSB* VI, 2 N. 483, 25 S. 354.22–355.6; siehe zudem *Hypothesis physica nova*, § 23; ebd. N. 40, S. 231.26–31). Auch die zuweilen ungenaue Verwendung der Begrifflichkeit (etwa bei den missverständlichen Formulierungen auf S. 5.14– 15 und S. 6.5–6) lässt sich als Zeichen einer eher früheren Entstehung des Textes betrachten. Der oben erwähnte inhaltliche Zusammenhang mit dem in N. 12₁, 12₂ und 12₃ dargelegten Erklärungsmodell deutet hingegen auf eine spätere Entwicklungsstufe hin. Wann genau Leibniz zu dem in N. 1 (S. 5.18– 30 6.4) skizzierten Erklärungsansatz erstmals gelangt ist, lässt sich aber nach heutigem Kenntnisstand nicht bestimmen.

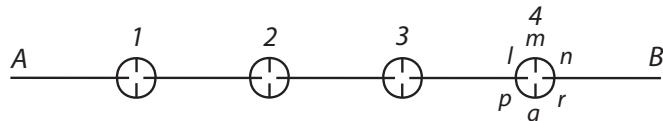
Ferner ist nicht auszuschließen, dass N. 1 zu den nicht weiter ermittelten *veteres ... schedas meas de modo, quo fit sonus ac propagatur*, zählt, auf die Leibniz in seinem Brief an Schelhammer vom 6. (16.) Dezember 1680 anspielt (*LSB III, 3 N. 139, S. 305.3–4*; ähnliche Erwähnungen in Leibnizens Briefen an Schelhammer von Februar/März 1681 und an Mariotte von der zweiten Hälfte August 1681; vgl. ebd. N. 182, S. 355.11–12; N. 269, S. 479.7–8).

[16 r°]

De sono

Sit recta rigida AB composita ex aliis rectis rigidis $A1. 12. 23. 34. 4B$ connexis per arcus elasticos, exempli gratia 34 et $4B$ connectantur per duos arcus per omnia similes in eodem plano hujus paginae positos, unum lmn , alterum pqr . Hinc patet in eodem plano hujus paginae non posse rectam istam rigidam extremis $A. B$ immotis in medio alicubi apprehensam hoc illucve adduci quin arcus ille qui tunc est a parte concava intendatur sive magis quam antea incurvetur. Itaque si dimittatur linea illa inflexa restituet sese, non tamen manebit in statu recto sed ob impetum conceptum in alteram partem more chordarum pulsatarum vibrantiumque excurret. Quarum et naturam ex his investigare propositum est.

Examinandum autem primo est Elastrum simplex, ut aer compressus, videndumque an ille eodem tempore restituat utcunque sit compressus, plus vel minus. Et fortasse generaliter verum est eandem potentiam utcunque turbatam sese eodem tempore restituere, sive plus sive minus turbata sit, et omnia gravia, nisi quid aliud intercurrat[,] eodem tempore ad centrum terrae perventura. Itaque tempora restitutionum ut potentias esse. Hoc tam generale principium meretur demonstrari. Si tamen Elaterium pondere one-



[Fig. 1]

rigida erg. L 8f. connexis (1) per elateria, (a) sive (b) seu arcus si placet, exempli (2) per arcus elasticos, exempli L 9 connectantur (1) ab (2) per L 10 hujus paginae erg. L 11 paginae | scilicet *gestr.* | non L 12 apprehensam | stylo CD *gestr.* | huc L 19 eandem (1) vim turbata (2) potentiam utcunque turbatam L 21 perventura. (1) Itaque (2) Itaque tempora ut potentias esse (3) Itaque tempora [...] potentias esse. L

[Fig. 1]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

retur[,] non eodem tempore restituetur valde compressum ac parum compressum, nam extraneum aliquid praeterea agendum est magis in uno quam in altero. Hinc jam aeris resistentia et ipsum pondus chordae efficient ut non sit perfectus isochronismus.

Celeritas determinatur tum a nisu seu potentia agente, tum a resistentia rei movendae. Sed si ab hac abstrahamus animum; patet celeritates esse temporibus reciproce proportionales, ergo tempora reciproce proportionalia nisibus; nisus autem sunt in composita ratione potentiarum et turbationum, et nisus ejusdem potentiae in ratione turbationum. Ergo tempora in reciproca ratione turbationum, sed cum turbationes quovis momento immutentur, et eo minor sit nisus sequens quo praecedens major fuit, hinc progressio per curvam exprimenda erit, et [16 v^o] res eo redibit, ut ostendatur, eandem temporum 10 summam esse. Moles gravium nihil obstabit, quominus eodem tempore ad centrum terrae perveniant, quia ipsa eorum moles est causa turbationis. Videndum an dimidia chorda iisdem servatis duplo celerius vibret. Et sic videtur. Nam si tantundem tendatur quantum integra, erit duplo magis tensa seu vim passa[,] utcunque autem tendatur semper vibrat eodem modo. Videretur ergo corpus Elasticum omne quanto est minus, eo vibrare 15 celerius. Etiam aerem ordinarium unius pedis cubici fortius vibrare quam aerem duorum pedum cubicorum. Quod rursus mirabile est.

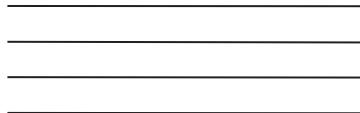
Sonus igitur pendet a partibus in quas aer vibratione quasi dissilit, et quae et ipsae vibrant et vicinas excitant, nam quo minores illae, hoc sonus acutior. Modus quo aer dissilit[,] hic esse videtur: corda vibrans circumiacentem aerem impellendo comprimit, 20 is proprio nisu se restituit et vibrat, variae autem ob ejus liquiditatem in eo fiunt vibrationes, partium scilicet aliarum majorum aliarum minorum, sed partes mediae quarum magnitudo talis est, ut simul vibrant cum corda, eae in vibratione perserverant, reliquarum vibrationes destruuntur; et hae similiter vibrationem suam propagant in alias

9 immutentur, (1) imo (2) et *L* 10 et [16 v^o] | et *streicht Hrsg.* | res *L* 14 passa (1). Ergo (2) semper (3) utcunque autem tendatur semper *L* 15f. eo (1) fortius vibrare (2) vibrare celerius. *L* 19 acutior. (1) Cum ab vi (2) Modus quo *L* 20f. vibrans (1) imprimit aer (2) circumiacentem aerem (a) premit et comprimit (b) impellendo comprimit, (aa) itaque (bb) is *L* 22 sed (1) eae (2) partes mediae *L*

14f. utcunque [...] modo: Leibniz meint hier wohl nicht mehr die Spannkraft, sondern die Auslenkung der Saite (*pulsatio*).

vicinas, et ita porro, usque ad aurem. In aure autem potest fieri, ut vel tympanum ipsum varie intendamus pro ratione soni allapsi, vel ut tympanum ex diversae tensionis constet partibus, quarum aliae ab hoc, aliae ab alio sono pulsentur ut chordae chordis unisonis pulsatis consonant etsi non nisi ab aere pulsentur.

- 5 Videndum an verum sit, et ex his demonstrari queat, quod omnis sonus feratur uniformi velocitate, seu ut celeritas sit in ratione distantiarum, et hoc verum puto, prorsus ac si elateria similia in longam seriem disposita sese ordine liberent [*danach gestrichen und abbrechend:*] vel pulsent. Si chordae parallelae eodem modo tensae sint numero quotcunque, et una pulsata aliam pulset; aliae consonant;



[Fig. 2]

1 autem (1) possunt in ipso tympano (2) potest fieri, ut vel tympanum ipsum L 3 pulsentur (1). Et hoc modo (2) ut L 5 his (1) demonstretur (2) demonstrari queat, L 7 longam (1) distantiam se (2) seriem disposita (a) se mutuo liberent (b) sese ordine liberent L 8 chordae (1) vi (2) parallelae L 9 pulset; (1) (nec) (2) pulsando (a) aliquid (b) aliquid (3) manifestum est (4) aliae consonant; L

1f. tympanum [...] allapsi: Siehe zu dieser Auffassung der Funktion des Trommelfells etwa H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 52 (Bd. II, Lyon 1670, S. 152b–153a). Eine ähnliche Überlegung findet sich auch in J. ROHAULT, *Traité de physique*, partie I, chap. 26, § 48 (2. Ausgabe, Paris 1672, Bd. I, S. 290). 6 uniformi [...] distantiarum: Leibniz äußert sich hier widersprüchlich. Siehe für eine angemessene Darstellung der gleichförmigen Geschwindigkeit der Schallausbreitung vielmehr G. W. LEIBNIZ, Brief an G. C. Schelhammer vom Februar/März 1681 (*LSB* III, 3 N. 182, S. 359.14–360.1) sowie hier unten, N. 12₁, S. 101.13–14. [Fig. 2]: Ungestrichene Zeichnung zu den gestrichenen Zeilen am Ende des Textes. Sie ähnelt den Diagrammen [Fig. 1] in N. 12₁, S. 97, und [Fig. 2] in N. 12₃, S. 126.

2. TUBA STENTOREA VEL ACUSTICA

[1672 – erste Hälfte 1685 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 13, 3 Bl. 203. Ein Blatt 4°. Eineinhalb Seiten.

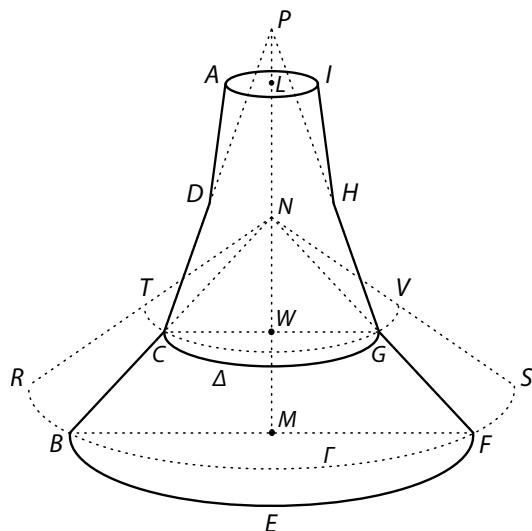
Datierungegründe: Das von S. Morland entwickelte Sprachrohr erwähnt Leibniz bereits in einer Notiz aus dem Jahre 1671 (*LSB* VIII, 1 N. 58). Später hat er auch Morlands Abhandlung *Tuba stentorophonica* (London 1672) gelesen, wie Streichungen in seinem Handexemplar bezeugen (*LSB* VIII, 1 N. 62; vgl. Hannover, GWLB, Signatur N-A 7073). Auf die *tuba stentorea* bezieht sich Leibniz auch in N. 12₃, Textschicht *Lil* (S. 144.9–11) und zwar in einem Kontext, der die Gestalt des Sprachrohrs in den Vordergrund stellt. N. 12₃, Textschicht *Lil* lässt sich auf die Zeitspanne zwischen der zweiten Hälfte 1684 und der ersten Hälfte 1685 datieren. Das vorliegende Stück N. 2 ist mit der Frage befasst, wie das Profil des Sprachrohrs im Hinblick auf eine handwerkliche Ausführung geometrisch zu gestalten ist. Daher ist wahrscheinlich, dass N. 2 nach der Veröffentlichung von Morlands Abhandlung (1672), aber noch vor N. 12₃, Textschicht *Lil* verfasst wurde. Eine spätere Entstehungszeit ist jedoch nicht auszuschließen. 5
10
15

[203 r°] Ad Tubam stentoream vel acusticam *ABEFI* formandam ab artifice, ut scilicet sectionem Tubae in plano datam superficie cava exhibeat, considerari potest curvam [AB] vel *IF*, cuius revolutione circa axem *LM* superficies describitur, ut constantem ex rectis 15 *BC*, *CD* etc. vel *FG*, *GH* etc. quae productae occurrant Axi, nempe *BC* in *N*, vel *CD* in [*P*], et ita porro. Itaque *BC* est portio truncata superficie coni *NCB*, et *DC* coni *PDC*.

Res ergo huc redit ut plana lamina exhibeat, ex qua formari possit superficies conica. Hoc ut fiat demonstrativa ratione consideravi[:] ut cylindrica superficies plano applicari potest volvendo eam super plano, et ita exhibendo planum superficie congruens; 20 ita similiter conicam quoque volvendo successive applicari plano et ita exprimere

13 Ad (1) *Tubicam* (2) *Tubam L* 13 *ABEFI erg. L* 13–15 artifice (1), considerandum et, (2), ut scilicet [...] considerari potest (a) curvae (aa) cuius revolu (bb) *ABC*, (b) curvam | *AC* ändert Hrsg. | vel *IF*, cuius revolutione *L* 15 describitur, | considerari posse streicht Hrsg. | ut constantem *L* 16 vel *FG*, *GH*, etc. erg. *L* 16f. in *N*, (1) et *P* (2) vel *CD* in | *B* ändert Hrsg. |, *L* 17 est (1) superficies (2) portio truncata superficie *L* 17–19 *PDC*. (1) Jam superficies conica (2) Res ergo [...] superficies conica (a), quod fiet (b). Hoc ut fiat *L* 19 consideravi (1) sup (2) conicam super (3) ut cylindrica superficies *L*

13 *ABEFI*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 8.



[Fig. 1]

in plano magnitudinis suaे vestigium, prorsus ut circumferentia rotæ plano applicatur. Utrobius enim sive conus sive cylindrus volvatur, superficies ejus tangit planum in recta. Et sane si pro curva figura adhibetur polyhedrica curvae appropinquans, tunc utique superficies polyhedra magnitudinem suam exprimeret in plano. Id vero tantum hic interest inter conum et cylindrum; quod in evolutione cylindri rectæ planum tangentem sibi parallelæ sunt, in evolutione vero coni concurrunt in apice coni.

Hoc posito sequitur[:] si ex punto N , tanquam apice coni, radio NB describatur arcus $[RBTS]$ vel RBS aequalis circumferentiae circuli BES circa diametrum BF ; et si-

1–5 applicatur. (1) Sed hoc interest inter coni et cylindri evolutionem in plano quod (2) Utrobius enim (a) recta (b) superficies planum (aa) recta (bb) tangit in recta (c) sive conus [...] in recta (aa), et (bb). Et | sane erg. | si pro curva figura | adhibetur erg. | polyhedrica (aaa) pro (bbb) | curvae erg. | appropinquans, (aaaa) adhibetur (bbbb) tunc utique superficies (aaaaa) polyhedrica (bbbb) polyhedra (aaaaa-a) in plano (bbbb-b) de figu (cccc-c) su (dddd-d) magnitudinem suam [...] vero tantum | hic erg. | interest (aaaaa-aa), (bbbb-bb) inter conum et cylindrum; quod $L = 7$ coni, (1) describatur (2) radio NB describatur $L = 8$ arcus (1) BRF (2) | $RBTS$ ändert Hrsg. | vel (a) RPF (b) RBS $L = 8$ circa diametrum BF erg. L

[Fig. 1]: Ein auf Bl. 203 r° befindlicher, gestrichelter Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

militer si radio NC describatur arcus TCV aequalis circumferentiae circuli circa diametrum CG , fore portionem annularem $TRBSVCT$ aequalem superficie conicae truncatae [$CBEFG\Delta C$] cuius superior basis est circumferentia circa CG , inferior circumferentia circa BF . Patet autem puncta R, T, N vel S, V, N cadere in eandem rectam. Quaeritur ergo tantum apertura seu angulus RNS , seu a dato circulo (centro N radio NB descripto) abscindere $RBFS$ arcum datae magnitudinis seu aequalem circumferentiae datae circa diametrum datum BF . [203 v°] Hoc ita fiet, cum detur circumferentia integra per R, B, F, S , itemque magnitudo arcus BTF , aequalis circumferentiae integrae per B, E, F , seu circa diametrum BF , dabitur et ratio harum circumferentiarum, eadem quae radiorum NB, MB ; sed circumferentia integra per R, B, F, S est ad partem suam, arcum scilicet BTF , ut 360 gradus sunt ad numerum graduum anguli RNS , ergo ut NB ad MB ita erit 360 ad numerum graduum anguli RNS , qui numerus desiderabatur. Et eodem modo erit NC ad CW (dimidiā $[CG]$) ut 360 ad numerum graduum anguli TNV vel RNS . Nam ob triangula NWC, NMB similia, est NC ad CW , ut NB ad BM . Habito igitur angulo BNF , et radiis NC, NB , [habetur et] descriptio portionis annularis quaesitae.

5

15

2f. conicae (1) $CBEFG\Delta C$ (2) truncatae | $GBEFG\Delta E$, ändert Hrsg. | L 4 autem (1) R, N, T (2) RTN (3) puncta R, T, N vel L 4 rectam. (1) Si (2) Ut (3) Quaeritur L 6 $RBFS$ erg. L 7–14 BF (1) id est (2) | . Hoc ita fiet, cum detur circumferentia integra per R, B, F, S , itemque arcus magnitudo seu circumf. per B, E, F , dabitur et circumferentiarum ratio ea sc. quae diametrorum, ea sc. quae est anguli RNS ad gradus 360. Ergo fiet ut recta NR ad rectam BF , ita 360 ad numerum graduum anguli NRS . streicht Hrsg. | [203 v°] (3) . Hoc ita fiet, cum detur | magnitudine erg. u. gestr. | circumferentia integra per R, B, F, S , (a) tendens (b) itemque magnitudo [...] diametrum BF (aa) | . Dabitur streicht Hrsg. | (bb), dabitur et ratio harum (aaa) quantitatum (bbb) circumferentiarum, eadem [...] graduum anguli (aaaa) NBF (bbbb) BNF , (cccc) RNS , ergo (aaaaa) | ut streicht Hrsg. | (aaaaa-a) diam (bbbb-b) NB ad MB (bbbb) ut NB [...] 360 ad (aaaaa-a) gradus | anguli streicht Hrsg. | BNF , qui (bbbb-b) numerum graduum [...] numerus desiderabatur. (aaaaa-aa) Eodem (bbbb-bb) Unde etiam (cccc-cc) Et eodem modo erit (aaaaa-aaa) NT ad TV | (dimidiā CW) erg. | ut 360 ad numerum (bbbb-bbb) NC ad CW (cccc-ccc) NC ad CW (dimidiā | CV ändert Hrsg. |) ut (aaaaa-aaaa) 360 num (bbbb-bbb) 360 ad [...] anguli TNV (aaaaa-aaaaa) . Sunt enim ob (bbbb-bbb) vel RNS . [...] NB ad BM . L 15 radiis (1) BF (2) BN, BT , (3) NT, NB , habetur (4) NC, NB , | habetur et erg. Hrsg. | L 15 descriptio (1) figurae (2) portionis annularis L

3. ZU JOHN MAYOW, TRACTATUS DE SAL-NITRO ET SPIRITU NITRO-AEREO
[nach Mitte September 1674 – frühe 1680er Jahre (?)]

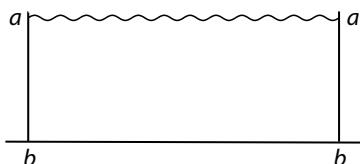
Überlieferung:

L Notiz zu J. MAYOW, *Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aereo*, in: DERS., *Tractatus quinque medico-physici*, Oxford 1674: LH XXXV 9, 16 Bl. 15. Ein Zettel ($7 \times 2,5$ cm). Eineinhalb Seiten; Textfolge: Bl. 15 v^o, 15 r^o.

- 5 **Datierungsgründe:** In seinem Brief an G. C. Schelhammer von Mitte September 1674 vermerkte Leibniz, er warte gerade auf ein englisches Buch *de respiratione foetus in utero* (LSB III, 5 N. I, S. 3.19–4.1). Damit war die gleichnamige Abhandlung gemeint, die J. Mayow 1674 in seinen *Tractatus quinque medico-physici* veröffentlicht hatte und Leibniz vermutlich aus einer Besprechung in den *Philosophical Transactions* (20. Juli 1674, S. 101–113) kannte. Zum Sammelband gehörte auch Mayows *Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aereo*, an den die vorliegende Notiz N. 3 anknüpft. Unter der Annahme, dass Leibniz 10 das erwartete Buch auch empfing, kann er ab Mitte September 1674 diese Abhandlung gelesen und N. 3 verfasst haben.

Auf Mayows Sammelband wurde Leibniz ferner von F. Schrader in einem Brief vom 28. November (8. Dezember) 1681 aufmerksam gemacht (vgl. LSB III, 3 N. 299, S. 522.5–9; 523.16–18). Dies könnte 15 ihn erneut dazu veranlasst haben, sich mit Mayows *Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aereo* zu beschäftigen. Es ist ohnehin wahrscheinlich, dass N. 3 auf die frühen Achtziger Jahre zurückgeht, als Leibniz sich intensiv mit der Theorie der Elastizität und Festigkeit befasste, wie zahlreiche Texte im vorliegenden Band bezeugen.

- 20 [15 v^o] Corpus rigidum variis modis flectitur, ut vel superficies convexa maneat aequa longa, concava mutetur; vel ut contra; vel ut ambae maneant aequa longae ut ante (curvedine tantum [mutata] et inclusio[]), vel ut ambae mutentur. Mayow *de Nitro* c. 6.



[Fig. 1]

21 mutata) L ändert Hrsg.

19–S. 11.2 Corpus [...] flexiles: Siehe J. MAYOW, *Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aereo*, S. 73–77; in: DERS., *Tractatus quinque medico-physici*, Oxford 1674. [Fig. 1]: Siehe a.a.O., die Abbildung Fig. 8 auf der Tafel Tab. 1 am Bandende.

a [chorda] *b* baculus *ab* baculi Chorda vel firmiter utrinque alligata, vel ab una parte soluta[,] baculi flexiles. [15 r°]

Multa notanda habet Mayow de varietate Elasticorum solidorum inter tendendum.

4. DE MOTU

[Ende 1674 – Ende 1677 (?)]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 1. Ein Blatt 2°; rechter Rand von Bl. 1 r° beschnitten mit geringfügigem Textverlust; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eineinhalb Seiten; untere Hälfte von Bl. 1 v° leer. Am rechten Rand von Bl. 1 v° Reste eines Diagramms (mit den ausgewiesenen Punkten *R*, *Q* und *T*), welches offenbar auf einem ursprünglich verbundenen, nicht weiter bekannten Blatt vorlag.

Datierungsgründe: Im vorliegenden Entwurf N. 4 nimmt Leibniz eine stoßtheoretische Beobachtung zum Anlass, Überlegungen über die Festigkeit und das elastische Verhalten der Körper anzustellen. Gleich zu Beginn erwähnt er die 1669 veröffentlichten Aufsätze von J. Wallis, C. Wren und C. Huygens über die Gesetze des zentralen Stoßes, wobei er betont, dass diese Gesetze nicht von der „absoluten Natur der Bewegung“ ableitbar seien (S. 13.1–4). Diese Erwähnung ist Grund für die Annahme, dass N. 4 noch in den Siebziger Jahren entstand, als Leibniz an der methodologischen Unterscheidung zwischen „abstrakter“ und „konkreter“ Betrachtung der Bewegung, wie er sie 1671 in den beiden *Theoriae motus* getroffen hatte, noch festhielt. Eine Bemerkung im Schlussteil von N. 4 (*Casus ut duo corpora dura in vacuo concurrent, est inanis atque alienus a natura rerum*, S. 15.26–16.3) zeigt jedoch, dass Leibniz von der genannten methodologischen Unterscheidung bereits Abstand zu nehmen begonnen hat. Demnach dürfte N. 4 nicht vor den späteren Pariser Jahren entstanden sein. Diese Schlussfolgerung wird dadurch bekräftigt, dass die stoßtheoretische Beobachtung, an die N. 4 eingangs anknüpft (S. 12.29–13.1), stark einem Beispiel ähnelt, das Leibniz in seinen auf die letzten Monate 1674 datierbaren Auszügen aus E. Mariottes Abhandlung *De la percussion* (1673) anführt und erörtert (LSB VIII, 2 N. 50, S. 441.16–442.9). Ende 1674 dürfte somit als *Terminus post quem* der Datierung von N. 4 gelten.

Ausschlaggebend für die Bestimmung eines *Terminus ante quem* könnte die im Text verwendete Begrifflichkeit sein. Bei der Erörterung eines auf das Diagramm [Fig. 2] bezogenen Beispiels (S. 13.11–16) setzt Leibniz die Geschwindigkeit (*celeritas*) eines stoßenden Körpers noch seiner Kraft (*vis*) gleich. Röhrt diese Wortwahl nicht von bloßer Ungenauigkeit her, so ist sie als Zeichen dafür zu deuten, dass der Entwurf N. 4 vor Januar 1678 entstanden sein muss.

[1 r°]

De Motu

Certum est pilam *A* in aliam aequalem et similem *B* tarde propulsam, continuare motum eamque secum abripere, at si celeriter impingat, tunc propellere *B*, et in ejus loco

29 aliam erg. *L* 30 tunc (1) propulsa *B*, (2) propellere *B*, *L*

29–S. 13.1 Certum [...] consistere: Ein ähnliches Beispiel erörtert Leibniz in einer Bemerkung zu seinen Auszügen aus E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1674 (LSB VIII, 2 N. 50, S. 441.16–442.9).
29 pilam *A*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 13.

quiete consistere. Hinc colligitur[:] regulas motuum quae a doctissim(is) viris in Gallicis Anglicisque diariis sunt publicatae ex particularibus quibusdam causis et subjecti conditio(nibus) oriri[,] non ex absoluta motus natura, neque enim alioquin motus celer a parvo differret.

Suspicio autem rationem esse, quod ictui celeri cedit corporum firmitas et perinde 5 habentur ac si mollia essent, ipsa vero postea se restituunt, unde si tanta sit celeritas, ut flexio atque transformatio contingat ante omnem corporum promotionem, perfecte locum habebunt regulae a clarissimis viris allatae.

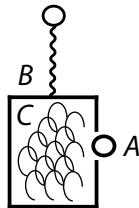
Idem experimento circuli ferrei confirmatur, qui fortiter percussus prius inflectitur quam totus cedat, contrarium evenit, si debiliter impellatur. 10

Explicandum tamen superest, cur potius cedat hoc casu pars quam totum, quod tali similitudine explicabo: sit vas *B* suspensum plenum materia cedente ut pice *C*, in quam ingredi possit a latere corpus *A*; si major sit celeritas quam resistantia picis, cedet pix potius quam ut vas moveatur, imo vas impetum ne sensurum esset quidem, si sensu praeditum esset. Si vero major esset resistantia picis, quam vis corporis *A*, vas totum 15 cederet.

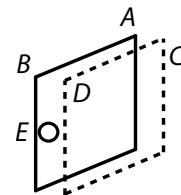
Alia utor similitudine, sint duae tabulae planae compositae, ne facile [quidem] separari possint, inferior *CD* superior *AB*, globulus *E* sursum tendens impingat in supe-



[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

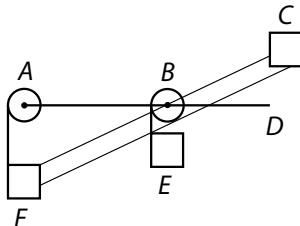
2f. causis (1) oriri (2) et subjecti conditio(nibus) oriri *L* 5 cedit (1) corporis (2) corporum *L*
12 suspensum erg. *L* 13 possit | a latere erg. | corpus *A*; | ajo gestr. | si *L* 14 quam (1) vas
(2) ut vas *L* 17 tabulae (1) congruentes (2) planae compositae, *L* 17 quidem erg. Hrsg.
18 possint, (1) stentque erectae, ita (2) inferior *L* 18 *AB*, (1) globus (2) globulus *L*

1f. regulas [...] publicatae: Siehe J. WALLIS, „A summary account [...] of the general laws of motion“, *PT* III (1668), S. 864–866; C. WREN, „Theory concerning the same subject“, *PT* III (1668), S. 867f.; C. HUYGENS, „Règles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS*, 18. März 1669, S. 22–24 (*HO* VI, S. 383–386); DERS., „A summary account of the laws of motion“, *PT* IV (1669), S. 925–928 (*HO* VI, S. 429–433).

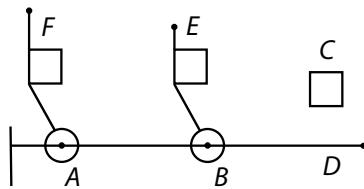
riorem, ajo si minor sit vis globi, quam planorum connexio, sublaturum esse tabulam utramque, sin major futurum esse, ut inferiore ne sentiente quidem ictum superior sola tollatur.

Idem experimento constat cum baculus super duobus vitris frangitur, nam si satis fortis sit ictus baculus rumpetur, vitra non sentient ictum. Ratio est, quia tabula inferior non impellitur, nisi quando superior moveri non potest, quin ipsa moveatur, nunc vero superior omnino moveri potest, ipsa non mota. Ita si funis tensus sit secari poterit celeri ictu, ita ut ea quibus ab utraque vel alterutra parte annexus est non evertantur.

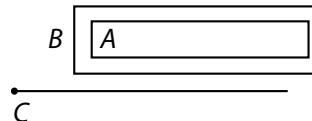
Ut autem rem omnem ad experimentum pure mechanicum reducamus, sic agemus.
 10 Sit baculus ABD mobilis circa A , et pars ejus BD mobilis circa B si AB immota maneat. Ponamus autem non posse moveri BD circa B quin elevet pondus E , neque AD circa A quin elevet pondus F . Sit autem pondus $[E]$ longe majus quam pondus F . Jam aliud pondus C applicetur in D . Hoc si tale sit ut majorem (habita distantiae a centro ratione) vim habeat quam pondus F , minorem vero quam E , totus baculus movebitur circa A .
 15 Quod si majorem vim habeat quam F et majorem etiam quam E tunc baculus movebitur



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

5 ictum. (1) Et ratio est, (2) Ratio est, L 10 ABD (1) cujus (2) mobilis circa A , et pars ejus L
 12 B L ändert Hrsg. 15 si majorem | tantum gestr. | vim habeat quam F (1) pariter (2) et
 majorem L

4 baculus [...] frangitur: Ähnliches Beispiel in N. 12₁, S. 98.13–14. Siehe zudem H. FABRI, *Physica*, tract. II, lib. V, prop. 46 (Bd. I, Lyon 1669, S. 581b). Leibniz hat diese Stelle exzerpiert (LSB VIII, 2 N. 55, S. 515.25–27). 10 Sit baculus ABD : Siehe das Diagramm [Fig. 4].

tantum circa [B], immoto manente AB. Si vero tam uni quam alteri sit aequalis, sequitur tamen solum fore motum circa B.

Sed quid si tractio sit in linea recta ut si sit A super B, et B ipsum super C immobili, et connectantur A et B, item B et C ope Elaterii; quaeritur si trahas quid futurum sit, videtur nihil interesse utrum a parte A an a parte B trahas, et esse quasi utrobique 5 trahatur, itaque cedetur utrobique si aequales sunt. Sin inaequales videtur tantum inferius cessurum esse.

Ex his definiri posse videtur, quo loco fila rumpi debeant, nempe in debiliore, itaque non miror si cum rem experirer variis locis fila sunt rupta, sed redit difficultas, quia hoc posito idem [ut] supra de duobus tabulis esset dicendum. Si rem filis experiare, omnibus 10 paribus ruptura fiet circa nodum infimum ex quo pondus pendet, vel si duo sint fila, et inferius fortius, ruptura fiet in eorum confinio. Si tamen locus aliquis sit valde debilis, ibi fit ruptura, salvo superiore principio, quod superatur [1 v°] proximum quando superari potest. Hic enim etsi proximum fortius quoque superari possit, superatur tamen debilius licet remotius. Quia proximum hoc initio non potest superari, nec nisi paulatim fila fiunt 15 capacia rupturae. Hinc cum debilius prius fiat superabile, ibi quoque prius fit ruptura. Sed cum omnia sunt paria[,] ruptura fit in loco propiore.

Experimenta ergo quae nulli exceptioni subjacent, et rem clare ostendunt sunt mechanica ponderibus sive Elateriis connectentibus adhibitis. Quae si favent sententiae meae, hinc singulari constat exemplo, quantum intersit inter motum absolutum, 20 et respectivum.

Idem ut confirmetur, hoc utamur experimento[:] in globum unum pendulum quiescentem alias argillaceus demittatur aequalis, si motus respectivus hic nihil differt ab absoluto, idem erit eventus qui ambis in se invicem incurrentibus, nimirum quiescent ambo simul.

25

Casus ut duo corpora dura in vacuo concurrant, est inanis, atque alienus a natura rerum. Nam semper in omni incursu cessio est et restitutio etsi ea saepe a nobis non sentiantur, cum spongiosa corpora sunt, et motus per partes dispergitur. Quoties vero non

1 E L ändert Hrsg. 2–8 circa B. (1) Ex his positis sequitur etiam quid de funis rupti (2) Sed quid [...] parte B trahas, | et esse quasi utrobique trahatur, erg. | itaque cedetur [...] cessurum esse. (a) Et hoc experiri (b) Ex his [...] rumpi debeant, L 10 et L ändert Hrsg. 12 tamen (1) unum (2) locus (a) aliquid (b) aliquis L 14 fortius erg. L 14 tamen (1) remotius (2) remot (3) debilius L 15 paulatim (1) in fili (2) fila L 22f. quiescentem erg. L 26f. atque (1) impossibilis (2) alienus a natura rerum. L

10 supra: S. 13.17–14.8.

dispergitur, sed integer appetet motus[,] appetet praeclarum illud principium, Conatum naturae semper irresistibilem esse. Semper centrum gravitatis mobilium in eadem recta procedet.

Quoties major est firmitas corporis quam ictus, totum propellitur. Si quis totam 5 rerum machinam tamen intueretur, videret corpus hoc quod cedit totum[,] considerandum ut alterjus partem in quo et restitutio est, sed quae in nostro hoc corpore non est sensibilis, cum per tot alia distribuatur.

1 motus (1) verissima est (2) appetet praeclarum illud (a) naturae p (b) Metaph (c) principium, L
4 Quoties | deinde streicht | major L

5. UTRUM IN ANIMALIBUS OMNIA POSSINT FIERI BENEFICIO
 ELATERIORUM MECHANICORUM
 [1677 – Januar 1680 (?)]

Überlieferung:

L Notiz: LH XXXVII 4 Bl. 80. Ein Zettel (8,5 x 4 cm). Eine Seite auf Bl. 80 r°. Auf Bl. 80 v° eine Rechnung von Leibnizens Hand aus unbekanntem Zusammenhang und ohne erkennbare Verbindung mit dem Text auf der Vorderseite:

$$\begin{array}{cccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ \hline 2.3 + 2.(6) - 4 + (6) + 2 + (6) + (7) & \text{seu} & 3 + (6) - 3 + (6) + (7) \\ 3 + (6) - 4 + (6) & & 0 - 1 \end{array}$$

5

Datierungsgründe: Die vorliegende Notiz N. 5 besteht vorwiegend aus einem kurzen, aber sorgfältigen Zitat aus den „Sechsten Einwänden“ gegen Descartes' *Meditationes de prima philosophia* (Paris 1641), welches sich auf die vom französischen Philosophen vertretene Auffassung der Lebewesen als mechanische Automaten bezieht. Obwohl Leibniz bereits 1671 in Mainz die zweite Ausgabe von Descartes' *Opera philosophica* (Amsterdam 1650) erworben hatte (vgl. *LSB VI*, 3 N. 15, S. 213.13–18), widmete er sich anscheinend erst in den frühen Hannoveraner Jahren einer gründlichen Lektüre der *Meditationes*, als er sich mit Themen der kartesischen Metaphysik und Naturphilosophie kritisch auseinandersetzte. Seine Anstreichungen und Randbemerkungen zu den *Meditationes* in seinem Handexemplar von Descartes' *Opera philosophica* entstanden wahrscheinlich zwischen 1677 und 1687 (*LSB VI*, 4 N. 335, S. 1699–1703), während seine kommentierten Auszüge aus Descartes' Werken, die zum Teil auch die *Meditationes* betreffen, auf die Zeitspanne vom Sommer 1678 bis zum Winter 1680/81 zu datieren sind (*LSB VI*, 4 N. 341, S. 1785–1788). Auch in Aufzeichnungen und Entwürfen, die insgesamt aus den Jahren 1678 bis 1684/85 stammen und auf Thesen der kartesischen Metaphysik (vornehmlich den ontologischen Gottesbeweis und die voluntaristische Gottesauflässung) eingehen, verdichten sich Bezüge und Anspielungen auf die *Meditationes* (vgl. etwa *LSB VI*, 4 N. 110; N. 264; N. 272; N. 283; N. 288; N. 289; die zu demselben Zusammenhang gehörige Notiz N. 287 befasst sich ausgesprochen mit Descartes' mechanistischer Auffassung der Tiere). Ebenso in Briefen aus den späten Siebziger Jahren – unter anderen an H. Fabri, A. Eckhard, die Pfälzgräfin Elisabeth und N. Malebranche – knüpft Leibniz mehrfach an Themen und Texte aus Descartes' *Meditationes* an, zumeist in Verbindung mit den soeben genannten metaphysischen Thesen (siehe etwa *LSB II*, 1 [2006] N. 133, S. 462–466; N. 138; N. 219; N. 143; N. 148; N. 187b; N. 207, S. 721–723). Besonders erwähnenswert ist in dieser Hinsicht der Brief an C. Philipp vom Ende Januar 1680, in dem Leibniz bei seiner Zurückweisung von Descartes' voluntaristischer Gottesauflässung ausführlich und zum Teil wörtlich aus den „Sechsten Erwiderungen“ zitiert (siehe *LSB II*, 1 [2006] N. 222, S. 787.24–788.23). Spätestens zu diesem Zeitpunkt dürfte er Gelegenheit gehabt haben, die Passage aus den „Sechsten Einwänden“ zu lesen, von der die Notiz N. 5 unmittelbar herführt. Diese sollte demnach zwischen 1677 und Ende Januar 1680 verfasst worden sein. Eine spätere Datierung (bis etwa 1687) ist jedoch nicht auszuschließen.

[80 r°] Elaterii vox pro eo quod Germanis vocatur Feder, Italis Molla, Gallis resort, extat apud autorem sextarum in Cartesii *Meditationes* objectionum sub finem scrupuli tertii, utrum scilicet in animalibus *omnia possint fieri beneficio Elateriorum Mechanicorum.*

2–4 extat [...] *Mechanicorum*: Siehe R. DESCARTES, *Meditationes de prima philosophia*, Objectiones sextae, Paris 1641, S. 555 (DO VII, S. 414.18–19). Die „Sechsten Einwände“ wurden anonym verfasst, von M. Mersenne gesammelt und an Descartes weitergeleitet.

6. CORPORA IMPULSA AGUNT A SE IPSIS

[März 1677 (?) – Januar 1678]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXVII 5 Bl. 123. Ein Blatt 4°, schräg beschnitten (etwa 16,5 x 18 cm); Papiererhaltungsmaßnahmen. Eineinhalb Seiten. Auf Bl. 123 r° in der oberen linken Ecke, vermutlich von fremder Hand vermerkt: *ad 41*.

Datierungsgründe: In der vorliegenden Aufzeichnung N. 6 hält Leibniz fest, dass die Veränderung des kinetischen Zustands eines gestoßenen Körpers ursächlich auf die innere elastische Kraft dieses Körpers selbst zurückgehe und nur scheinbar vom stoßenden Körper herrühre, welcher demnach als bloße Gelegenheitsursache der Veränderung zu betrachten sei. Hieraus zieht Leibniz schließlich die Folgerung, dass in jedem Körper ursprünglich eine unendliche Kraft (*vis*) und somit eine unendliche *quantitas motus* vorliegen müsse (S. 21.14–16). Diese Gleichsetzung von (kinetischer) Kraft und Bewegungsquantum lässt sich 10 als Zeichen dafür deuten, dass die Aufzeichnung N. 6 noch vor der eigenhändig auf Januar 1678 datierten *Scheda VIII de corporum concursu* (N. 58₁₀) entstand. Denn dort verkündet Leibniz zum ersten Mal die Entdeckung – Geburtsstunde seiner *réforme de la dynamique* (FICHANT 1994) –, dass die *vis* eines sich bewegenden Körpers dem Produkt der Masse und des Quadrats der Geschwindigkeit mv^2 entspreche und daher grundsätzlich anders als dessen Bewegungsquantum mv sei (N. 58₁₀, S. 636.8–637.4). 15

Die in der vorliegenden Aufzeichnung geäußerte kausaltheoretische These vertritt Leibniz freilich auch in späteren Texten: etwa in den auf Sommer 1678 bis Winter 1680/81 (?) datierbaren *Definitiones cogitationesque metaphysicae* (LSB VI, 4 N. 267, S. 1401.1–5) sowie noch in der Stoßlehre der *Dynamica* (pars II, sectio III, prop. 6), wo selbst das in N. 6 angeführte Gleichnis des vom Ufer zurückgestoßenen Schifffes wieder vorkommt (LMG VI, S. 409; vgl. N. 6, S. 20.4–5). An keiner dieser Parallelstellen aber 20 wird die innere elastische Kraft der Körper als Bewegungsgröße beschrieben. Eine Entstehung von N. 6 nach Januar 1678 erweist sich somit als unwahrscheinlich, sie kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Der Terminus *post quem* der Datierung ist ebenfalls mit Unsicherheit behaftet. Mit den Fragen der Stoßlehre, die der Aufzeichnung N. 6 zugrundeliegen, hatte sich Leibniz bekanntlich seit dem Sommer 1669 befasst. Die Art, wie elastischer und plastischer Stoß in N. 6 beschrieben und unterschieden werden 25 (S. 20.2–4; 21.10–12), setzt aber die Bekanntschaft mit J. Wallis' und E. Mariottes späteren Überlegungen über den Stoß voraus, mit denen sich Leibniz besonders zwischen den letzten Monaten 1674 und dem Sommer 1675 auseinandergesetzt hatte (vgl. LSB VIII, 2 N. 8, S. 89–93; N. 50). Die Aufzeichnung N. 6 entstand daher höchstwahrscheinlich nachher. Die im Text vertretene kausaltheoretische Ansicht dürfte aber vornehmlich an die seit März 1677 entwickelten Untersuchungen zum Stoßgesetz anknüpfen, 30 bei denen Leibniz das Phänomen des elastischen Stoßes in ähnlicher Weise wie Wallis und Mariotte erörtert (vgl. die Erläuterung zu S. 20.2–4). Hieraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierung. Eine frühere Entstehungszeit der Aufzeichnung N. 6 (jedenfalls nach 1674) ist dennoch nicht auszuschließen.

Bemerkenswert ist schließlich, dass in der eigenhändig auf Januar 1678 datierten *Scheda VI-II de corporum concursu* stoßtheoretische Überlegungen ebenfalls eine Digression über die kausale Selbständigkeit mechanisch interagierender Körper veranlassen (N. 58₈, S. 623.19–624.3). Anders als in N. 6 aber vertritt Leibniz dort eine okkisionalistische Betrachtungsweise, die den Status einer echten Wirkursache nicht den einzelnen Körpern bzw. deren ursprünglicher elastischer Kraft zuweist, sondern nur Gott. 35

[123 r^o] Defendi potest corpus non impelli immediate ab alio corpore, sed occasione alterius a se ipso neque adeo nisi propria vi cieri. Nam ostensum est corpora concursu comprimi, prius quam propelli, et restituente sese Elasmate a se invicem proprio nisu recedere, quemadmodum nos ex navi conto ripam aut fundum impellendo una cum navi 5 inde recedimus. Haec partim experimentis, partim etiam firmis rationibus ostendi possunt, quoniam nihil impetum momento accipit sed per gradus intermedios a quiete, quod fit restitutione Elastri[;] a solo igitur Elastro oritur motuum translatio atque communicatio: porro impellens, quod Elastrum intendit[,] non vim ipsi tribuit, sed determinat praestita occasione agendi. Intus enim perfluit velocissima materia, quae nihil insoliti 10 inveniens, neque sentitur, sed obstaculo objecto ostendit quid possit; quemadmodum flumina si coercentur. Vis igitur qua corpus cietur intra ipsum est.

At, inquies, saltem partes in compressione impelluntur et aliunde vim accipiunt. Respondeo, quod de toto diximus etiam de parte dicendum esse, ut vicissim illae non nisi suis prius partibus compressis ac sese restituentibus impellantur. Quae quidem in 15 omnibus partium partibus continuata utcunque subdivisione vera sunt, et nihil movetur, quin praecedat infinitorum aliorum motus per respondentis temporis partes[,] etiam proportione exigua distributas. Habent enim omnia quandam flexilitatis gradum, nihilque infinitae rigiditatis est, hinc semper prius movetur pars, quam totum.

1 immediate erg. L 2 ipso (1). Si enim (2) neque L 3–5 comprimi, (1) nec prius propell (2) prius quam propelli, (a) et antequam (b) et restituente [...] a se (aa) mutuo (vi) (bb) invicem proprio nisu recedere (aaa) | mutuo erg. | conari, (bbb), quemadmodum | (1) is qui (2) ex navi (3) ex (4) si quis (5) nos ex navi erg. | conto (aaaa) aut (bbbb) ripam aut fundum impellendo (aaaaa) ex navi nos (bbbb) una cum navi inde recedimus | atque abspellimur *gestr.* | . Haec L 5f. rationibus (1) ostendimus (2) ostendi possunt quoniam (a) ostensum est (b) certum demonstr (3) nihil impetum momento (a) accipere (b) accipit sed [...] a quiete (aa) omnes transire (bb), quod L 7f. a solo [...] atque communicatio erg. L 8f. sed (1) occasionem praestat (2) determinat praestita occasione agendi. L 13 Respondeo, (1) partes ips (2) quod de [...] dicendum esse, L 18–S. 21.1 totum. (1) Caeterum (2) Dici (a) porro (b) etiam potest L

2–4 ostensum [...] recedere: Leibniz erörtert in dieser Weise den elastischen Stoß etwa in dem eigenhändig auf März 1677 datierten Entwurf N. 39 und verweist dabei (S. 385.18–19) auf *Mariotti ac Wallisii rationem explicandi*; siehe hierzu J. WALLIS, *Mechanica*, pars III, cap. XI u. XIII (London 1670–1671, Bd. II, S. 660–682 u. 686–707; WO I, S. 1002–1015 u. 1018–1031) sowie E. MARIOTTE, *De la percussion*, partie I, prop. XIII u. XIX (Paris 1673, S. 68–72 u. 115–119). Ähnlich fasst Leibniz den elastischen Stoß auch später in dem eigenhändig auf Januar und Februar 1678 datierten Textkomplex *De corporum concursu* (N. 586 u. 587) auf.

Dici etiam potest non tantum corpus omne moveri a se ipso, vel eo quod in ipso est, sed etiam ex ipsius statu praecedenti consequi praesentem motum, ita ut agat sponte, ac nihil absolute loquendo in natura sit violentum. Nam etsi videatur compressio saltem ab externo fieri, attamen cum omnis compressio motum partium contineat, omnis autem res moveatur a se ipsa, ut ostensum est, nec compressio ab externo [fieri] poterit, nihil aliud ergo est corpus externum, quam ut sit comitans atque connexum, quod nobis rerum interiora ignorantibus causa videtur. Interim notio causae assignari poterit[,] qua adhibita recte dicetur motum corporis unius esse causam motus corporis alterius, etsi non sit causa immediata. [123 v^o] 5

Quando corpus unum incurrit in aliud quiescens et post ictum simul procedunt 10 dubites an commode defendi possit corpus quod quieverat impulsu[m] esse a se ipso. Nam ictus omnis in partibus mollibus consumptus est. Verum cum certum videatur nullum corpus momento motum notabilem accipere, cogitandum, quomodo res explicari possit.

Videtur omne corpus jam tum in se eam omnem vim habere quam unquam acquirere potest[,] adeoque infinitam, sunt enim infinitorum corporum motus magnae celeritatis in 15 eo inclusi, ita ut in quolibet corpore insit quantitas motus data finita major. Corpus omne videtur non nisi a seipso impelli, sive motu suo, sive elaterio quod a motu intestino proficiscitur. Verum inquies[,] cum corpus in quiescens incurrit, prius ejus partes impellit ac comprimit quam ullum elastrum existere possit; respondeo in omni corpore quod totum quiescit partes esse in celerrimo motu, eoque magis quo est firmius, et corpus incurrens 20 atque impellens in hunc motum partium extimarum incidere, atque hinc reflectere illas partes.

1 ipso | conclusum *gestr.* | est *L* 3 natura (1) esse (2) sit *L* 4 attamen (1) re vera (2) comm
 (3) cum *L* 4f. contineat, (1) motus autem sit fact (2) omnis autem res moveatur *L* 5 facta
L ändert Hrsg. 6 ergo (1) fuerit (2) est *L* 7 interim (1) si (2) certa not (3) sit (4) notio *L*
 8 dicetur (1) corporis (2) motum corporis *L* 10 Quando (1) duo corpora concurrunt (2) corpus
 unum [...] aliud quiescens *L* 10f. procedunt (1) non videtur (2) dubites an *L* 11 corpus
 (1) impelli a se ipso (2) quod quieverat impulsu[m] esse a [...] se ipso. *L* 21 hunc (1) intestinum
 (2) motum partium extimarum *L*

5 ut ostensum est: Soeben in der vorliegenden Aufzeichnung N. 6.

7. DE TENSIONE ET RESTITUTIONE

[Frühjahr 1679 – Winter 1680/1681 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 1, 22. Zwei Blatt 4°, die ursprünglich einen Bogen bildeten; zusammenhängende Hälften eines Wasserzeichens auf Bl. 1 und Bl. 22. Vier Seiten, zumeist einspaltig beschrieben; Textfolge gemäß Blattzählung; gesamter Text (Diagramme, Rechnungen und Randbemerkungen mit eingeschlossen) gestrichen. Bl. 1 und Bl. 22 waren ursprünglich mit LH XXXV 11, 14 Bl. 18, einem der Textträger von *LSB VI*, 4 N. 267, verbunden.

Datierungsgründe: In der vorliegenden Aufzeichnung N. 7 erörtert Leibniz im Rahmen seiner Elastizitätslehre vornehmlich den Begriff der Spannung (*tensio*) als Ursache elastischer Wiederherstellung (*restitutio*). Als ausschlaggebend für die Datierung erweist sich der Überlieferungszusammenhang mit dem Text *Definitiones cogitationesque metaphysicae* (*LSB VI*, 4 N. 267), mit dem die Aufzeichnung N. 7 ursprünglich einen einheitlichen Folio-Bogen bildete; vom Duktus her könnte N. 7 sogar als Ableger der umfangreicheren *Definitiones cogitationesque metaphysicae* entstanden sein. Das für die frühe Hannoveraner Zeit gewöhnliche Wasserzeichen im Träger von N. 7 ist im Nachlass für den Zeitraum vom Sommer 1678 bis zum Winter 1680/1681 belegt. Aus inhaltlichen Gründen kann man aber ausschließen, dass die *Definitiones cogitationesque metaphysicae* vor dem Frühjahr 1679 entstanden (vgl. VI, 4, S. 1393.18–21). Eine Entstehungszeit zwischen Frühjahr 1679 und Winter 1680/1681 ist somit grundsätzlich auch für N. 7 anzunehmen.

Es gilt allerdings zu bemerken, dass der Aufzeichnung N. 7 offenbar eine kritische Auseinandersetzung mit H. FABRI, *Physica, tract. I, lib. II: De compresso et tenso* (Bd. I, Lyon 1669, S. 42 ff.) zugrunde liegt. Mit dieser in einer Randbemerkung (S. 25) ausdrücklich erwähnten Quelle hängen weitere, thematisch verwandte und in diesem Band edierte Texte zusammen, die auf Dezember 1680 oder Anfang 1681 datierbar sind: etwa N. 8 (*Tentaminum de chordarum tensione schedae*), N. 9 (*Motuum restitutionis regula*) und N. 10 (*De chordarum tensione*). Dieser Zusammenhang lässt die Vermutung zu, dass die Entstehungszeit der Aufzeichnung N. 7 (sowie der *Definitiones cogitationesque metaphysicae*) ebenfalls auf den Winter 1680/1681 eingeschränkt werden kann.

[1 r°] Compressio nihil aliud est quam expressio materiae tenuioris, quae cum motu quodam suo denuo poros subeat, remque compressam iterum dilatet, hinc oritur restitutio. Exemplum habemus in massa compacta ex charta aliqua bibula, vel simili corpore, cui si humorem expresseris, ipsumque corpus siccari curaveris, si denuo aquam immittas, videbis [id] iterum inflari. Quod si in media aqua manu comprimas, videbis mox sponte[,] id est aquae subingredientis nisu[,] iterum inflari.

27 materiae (1) subtilioris, (2) tenuioris, L 29 massa compacta ex erg. L 29f. ipsumque (1) siccari | curaveris streicht Hrsg. | (2) corpus siccari curaveris, L 30 denuo (1) aquae (2) aquam L 30 id erg. Hrsg.

Omnia corpora compressionis et restitutionis capacia sunt, alioqui leges motus (quas ex metaphysicis principiis demonstravimus) in natura servari non possent.

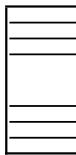
Compressio est redactio ejusdem materiae sensibilis in minus spatiū, Distensio vel diductio ad majus. Utramque communi nomine Tensionem vocabo. Nam arcus tensus partim compressus, partim diductus est, illud a concavo, hoc a convexo.

5

Omnis tensio cum restituendi conatu conjuncta est. Est observatio potius quam theorema. Unde colligitur[:] quandocunque sola materia insensibilis exprimitur ut in compressione vel sugitur ut in diductione, eam redire conari ad statum priorem. Adeoque omnem materiam insensibilem in motu esse.

Motus restitutionis est acceleratus, nam praeter conceptum jam impetum ex jam facta restitutione, novus durante adhuc motu imprimitur, durat enim status violentus, adeoque conatus restitutionis. [1 v^o] 10

Quod chorda sagittam non ante projicit quam ubi ipsa progrederi non potest; hujus rei causa non est sola acceleratio, neque etiam quod sagitta non est notabiliter levior quam chorda, sed quod chorda sagittam inde a quiete secum duxit. Ita enim corpus magnum non potest se celerius impellere minus, quia nulla fit percussio.



[Fig. 1]

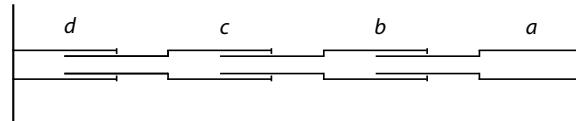
14 Am Satzende, zwischenzeilig: In hoc lapsus. Hierauf folgt ein Zuweisungszeichen, das sich nicht zuordnen lässt.

3f. vel diductio erg. L 4–6 majus. | (1) Uterque (2) Utramque communi [...] a convexo. erg. | Omnis (1) compressio et (2) tensio L 7f. exprimitur (1) fieri te (2) ut in [...] ut in (a) tensione (b) diductione, eam [...] statum priorem. L 9 impetum (1) in (2) ex L 10f. restitutionis. (1) Corpus quod acceleratur aliud quod ante se propellit [1 v^o] (2) Quod chorda sagittam non ante (a) ejaculari potest, quam ubi (b) projicit quam ubi L 12 notabiliter (1) chorda (2) levior quam chorda, L 13 se erg. L 14–S. 24.1 percussio. (1) Tantus est conatus resti (2) Vis quae tetendit aut compressit, (a) (vis) (b) spatium (c) et vis restituendi (3) Vires tendentes (a) aut comprimentes, itemque conatus restituendi (b), vel quod [...] conatus restituendi, L

1f. quas [...] demonstravimus: Wohl Anspielung auf das Konzept *Principia mechanica ex metaphysicis dependere* (LSB VI, 4 N. 362), das auf Sommer 1678 bis Winter 1680/81 (?) datiert ist.

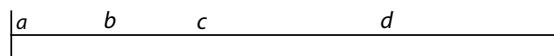
Vires tendentes, vel quod idem est conatus restituendi, sunt inter se ut rationes spatiorum praeternaturalium naturalibus accendentium ad spatia naturalia. Sint vires tendentes $T. t$. Restituentes $R. r$. Spatia praeternaturalia $P. p$. Naturalia $N. n$. Erit T ad t , vel quod idem est R ad r , ut $\frac{P}{N}$ ad $\frac{N}{n}$. Nam tanta est vis quanta turbatio, vel si mavis quanta materiae tenuis redditurientis expressio vel insuctio.

5 Idem alibi rigorosius demonstravi.



[Fig. 2]

Corporis uniformis tensi quaelibet pars aequaliter tensa est, si nulla gravitatis partium ratio habeatur. Sit embolus corporis a in capacitatem corporis b , embolus corporis b in capacitatem ipsius c , [22 r^o] et corporis c in capacitatem ipsius d eodem ubique modo, nec educi ullus eorum possit sine vi; ob tensionem scilicet quae inde sequitur. Ponamus educi corpus a . Cumque eodem omnia modo connexa sint, 10 nec unum sine altero moveri possit nisi supposita jam aliqua tensione, nec ratio sit cur ullum prae altero moveatur, tenduntur omnia aequaliter. A gravitate autem seu mole corporis abstrahendus est animus, alioqui enim facilius movebitur minus quam majus. Unde causa rupturae in loco uno potius quam alio duci potest, etiam in diducendo homogeneo.



[Fig. 3]

2 naturalibus accendentium erg. L 2 vires (1) turbantes (2) tendentes L 3f. $\frac{N}{n}$. (1) Si fingamus corpus quod jam intus est non posse comprimi, res manifesta. Jam etsi comprimi posset (a) tantu (b) non ideo vis major minorve requiretur (aa) ad (bb) tantum enim materiae tenuis quae ex uno exprimenda fuisset, expressa fuisset ex duobus. (2) Nam (3) Breve (4) Brevius: (5) N (6) Nam tanta [...] vel insuctio. L 8f. vi; (1) si quis jam (2) ob tensionem scilicet L 9 Ponamus (1) adduci (2) educi | primum *streicht* | corpus a . L 11-13 A gravitate [...] facilius movebitur (1) majus (2) minus quam [...] etiam in | in *streicht* Hrsg. | diducendo homogeneo. erg. L

5 Idem [...] demonstravi: Vermutlich Anspielung auf G. W. LEIBNIZ, *Hypothesis physica nova*, Mainz 1671, § 27 (LSB VI, 2 N. 40, S. 234 f.). 7 embolus corporis a : Siehe das Diagramm [Fig. 2].

Hinc sit AB aequ. BC , et CD aequ. AC . Si chorda ABC tendatur, manente puncto A immobili, et punctum C perveniat in D , tunc punctum B perveniet in $[C]$. Ita enim partes AB et BC erunt aequaliter tensae[,] quia pars AB occupat locum AC , et pars ei aequalis BC locum CD priori loco aequalem.

Hinc sequitur spatia quae inter tensionem puncta chordae percurrunt esse distantiis a puncto immobili proportionalia. Et quia etiam omnia simul restituuntur, et durante restitutione semper eundem gradum tensionis retinent usque ad plenam restitutionem, hinc eadem esse debet ratio celeritatum in restitutione quae est in tensione.

Cum corpus sibi relinquitur, causa restituens omnibus partibus aequalem vim imprimit, quare tota vis impressa aequaliter distribuitur in omnes partes. Hinc quo pauciores partes[,] hoc in singulis major impetus. Sint ergo mille corpora ex tubis [22 v^o] embolische composita ut in figura superiore[,] 10

4–7 Auf der rechten Spalte: Imo in eo erratum, nam sive alterutrum extreum sit immobile, sive utrinque trahatur, idem est, tantum enim duo extrema a se invicem discedunt, chorda enim vi tensionis suae unum continuum est, adeoque^[a] potius mediorum punctorum tardior erit motus[,] in quo et^[b] erratum est ab Honorato Fabry.^[c] Re recte expensa^[d] eo redit quaestio an corpus facilius moveatur quam tendatur^[e] sive an facilius moveatur majus quam tendatur minus. Puto totum corpus simul recipere conatum primo momento, quia ab initio nulla^[f] fit tensio, sed initio statim est continui motus.

[a] adeoque (1) in medio (2) potius mediorum punctorum L [b] et erg. L [c] erratum [...] Fabry: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. I, lib. II, prop. LXI (Bd. I, Lyon 1669, S. 63). Leibniz hat die Stelle sowohl in seinem Handexemplar angestrichen wie auch exzisiert; vgl. *LSB VI*, 2 N. 39₃, S. 212.14–15; VIII, 2 N. 55, S. 471.7–9. [d] expensa (1) ab (2) eo L [e] tendatur (1). Sed jam tamen video hoc loco necessario (2) sive an [...] tendatur minus. (a) Si totum corpus simul recipit conat (b) Et (c) Puto totum [...] recipere conatum L [f] nulla (1) est (2) fit L

1 sit (1) ab aeq (2) AB aequ. L 1 chorda (1) abc (2) ABC (a) ten (b) diducatur, ma (c) tendatur, manente L 1f. immobili, et (1) b perven (2) C (3) punctum C perveniat L 2 D L ändert Hrsg. 2 partes (1) ab (2) AB et (a) CD (b) BC L 3 quia | pars erg. | AB occupat | locum erg. | AC , L 3 ei aequalis erg. L 5f. semper (1) eodem modo tensa (2) eundem gradum tensionis retinent L 6f. debet (1) celeritas in restitutione quae (2) ratio celeritatum in restitutione quae L 7f. tensione. (1) Durante motu restitutionis spontaneo (2) Cum corpus sibi relinquitur, L 8f. imprimit, (1) itaque quo minus est corpus (2) quare tota vis impressa L

1 AB [...] AC : Gemeint sind Strecken der Saite ABC nach dem Diagramm [Fig. 3] auf S. 24, wo sie aber durch Kleinbuchstaben bezeichnet werden. 10 figura superiore: Das Diagramm [Fig. 2] auf S. 24.

diducantur ad longitudinem duplam, sint alia bis mille, quae diducantur etiam ad longitudinem duplam suae prioris. Cum corpora ubique sint aequalia, et diductio etiam, sed corpora diducenda sint duplo plura, patet, duplo majori vi opus esse in posteriore casu. Idem est in compressione. Itaque si corpora eadem ratione tensa sint, id est ut spatium sit in eadem ratione multiplicatum vel submultiplicatum, vires 5 tendentes erunt ut corpora ejusdem materiae. Idemque etiam ex eo demonstratur, si chorda unius librae pondere tensa teneatur, discindatur in duas partes, quaelibet pars selibrae pondere tensa tenebitur.

Itaque vires tendentes sunt in composita ratione tensionum et corporum tensorum.

Tensiones sunt ut vires idem corpus tendentes.

Corpus aliquod ut aer certa potentia, ex. g. certo pondere incumbentis atmosphaerae in datum spatium compressus est, duplicato pondere in dimidium, triplicato in tertiam partem comprimitur. Si similiter aer elastro suo, quod ponderi incumbenti aequale[,] in praesenti statu se tuetur, ergo duplicata vi, id est addita tanta, quanta ipsius est[,] duplum spatium occupabit. Itaque Tensiones sunt ut rationes spatiorum accessoriorum ad naturales, directae in diductione, reciprocae in compressione. Quanta 10 vi corpus jam tum diductum vel compressum tenetur, tanta vi opus est ut ad duplum vel dimidium spatium redigatur[,] unde aestimari potest quanta sit vis tensionis naturalis in unoquoque corpore, quod theorema maximi momenti est. Idem verum et de Tensione [artificiali,] sed tunc computandae naturalis 15 et artificialis simul, iis enim tensum tenetur.

1 diducantur ad (1) spatium (a) decuplo majus (b) duplo majus (2) longitudinem (a) duplo majorem (b) duplam, $L = 2f$. etiam, (1) patet (2) sed corpora [...] plura, patet, $L = 3-5$ casu. (1) Itaque vires erunt (2) Id enim (3) Idem est in compressione (4) Idem est [...] sit in eadem (a) ratione auctum vel diminutum, (b) | ratione erg. | multiplicatum vel [...] tendentes erunt $L = 5$ demonstratur, (1) quod (2) si $L = 5$ chorda (1) unius pedis (2) unius librae $L = 7-10$ tensorum. (1) Ejusdem corporis (2) Tensiones, seu ejusdem corporis vires tendentes sunt ut spatiorum differentiae, seu ut spatia acquista vel perdita. (3) Tensiones sunt [...] corpus tendentes. | Ut compressiones ita et (1) tensiones videntur continue f (2) diductiones, adeoque tensiones in universum continue fiunt difficiliores. *streicht* | Corpus $L = 10$ aer (1) certo pondere incumbentis (2) certa potentia, [...] pondere incumbentis (a) aeris (b) atmosphaerae $L = 13$ occupabit (1), tripla (2). Itaque $L = 15$ tum (1) naturali te (2) tensum (3) diductum (4) | diductum erg. | vel compressum $L = 15$ tanta vi (1) (-) (2) multipl (3) opus est (a) ad duplum ipsi (aa) ut (bb) vel (b) ut ad duplum vel $L = 17$ artificiali, erg. Hrsg.

[Auf der rechten Spalte:]

$$\frac{d\bar{x}}{y} \sqcap \frac{\frac{d\bar{x}-dy}{yy}}{\frac{ddy-ddx}{d\bar{x}^2}} \sqcap \frac{y}{d\bar{x}}$$

$$x \sqcap a + by + cyy + dy^3 + ey^4 \text{ etc.}$$

$$d\bar{x} \sqcap 0 + b d\bar{y} + 2cy d\bar{y} + 3dy^2 d\bar{y} \text{ etc.}$$

$$y \sqcap a + bx + cx^2 + dx^3$$

5

$$e dy \sqcap 0 + eb + 2ecx + 3edxx + 4efx^3 + 5egx^4$$

$$\frac{ax}{1} + \frac{bxx}{2} + \frac{cx^3}{3} + \frac{dx^4}{4}$$

$$b \sqcap 0 \quad c \sqcap \frac{a}{1 \cdot 2 e} \quad d \sqcap 0 \quad f \sqcap \frac{c}{3 \cdot 4 e} \sqcap \frac{a}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 e}$$

$$\text{Ergo } y \sqcap 1 + \frac{xx}{1 \cdot 2} + \frac{x^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \text{ etc.}$$

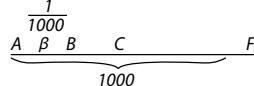
$$BC \sqcap d\bar{s} \quad AF \sqcap e$$

10

$$\frac{BC}{\frac{1}{1000}} \sqcap \frac{1999}{1000}$$

$$BC \sqcap \frac{1999}{1000,000} \sqcap d\bar{s}$$

$$AC \sqcap \frac{2999}{1000,000} \sqcap s$$



[Fig. 4]

$$\beta \sqcap d\bar{x} \quad \frac{d\bar{s}}{\beta \sqcap d\bar{x}} \text{ aequ. } \frac{\sqrt{y\bar{x}}}{a}$$

$$\frac{y}{a} \sqcap \frac{e-s}{e}$$

15

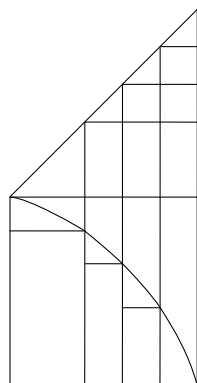
$$\text{Ergo } d\bar{y} \sqcap -\frac{a}{e} d\bar{s}$$

$$\text{Ergo } -\frac{e}{\not{d}} \frac{d\bar{y}}{dx} \sqcap \frac{\sqrt{ydx}}{\not{d}} \text{ et sit } y \sqcap zz \text{ fiet [Text bricht ab.]}$$

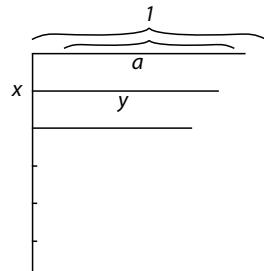
$$6f. + 5egx^4 \quad (1) \int \bar{y} \sqcap (2) \frac{ax}{1} + \frac{bxx}{2} + \frac{cx^3}{3} \quad (a) \text{ etc. } (b) + \frac{dx^4}{4} \quad L \quad 14 \quad \beta \sqcap d\bar{x} \quad (1) \frac{d\bar{s}}{\beta} \quad (2) \frac{d\bar{s}}{\beta \sqcap d\bar{x}} \quad L$$

$$15f. \frac{e-s}{e} \quad (1) dzd\bar{z} \sqcap (2) \text{ Ergo } L \quad 16f. -\frac{a}{e} d\bar{s} \quad (1) \cancel{\frac{ddz+d}{z}} \quad (2) \text{ Ergo } L \quad 17 \quad \text{et } (1) \frac{-bddy}{y} \sqcap d\bar{x}^2$$

$$(2) + \frac{d\bar{z} + 2zdz}{z^4 - bzz} \quad (3) \text{ sit } y \sqcap zz \text{ fiet } d\bar{dy} \quad (4) \text{ sit } y \sqcap zz \text{ fiet } L$$



[Fig. 5]



[Fig. 6]

[Nebenrechnungen:]

1000000

$$\frac{2999}{997001}$$

$$\begin{array}{r} 999 \\ \hline 1000 \\ \hline 997001 \quad 1 \cdot 2 \\ \hline 1000000 \end{array}$$

2f. 1000000 (1) 99997 (2) 2999 L

8. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDAE

Dezember 1680

Das vorliegende Gesamtstück besteht aus den Einzeltexten N. 81 bis 86. Auf ihren inhaltlichen und chronologischen Zusammenhang weist bereits ihre Überschrift hin: Sämtliche Texte sind *Tentaminum de chordarum tensione schedae* benannt und von eins bis sechs nummeriert, wobei jede *scheda* einen Bogen umfasst. Die Textträger sind zudem von Leibniz selbst auf den 10. (20.) Dezember 1680 datiert; nur auf dem Bogen von N. 84 hat er „Dezember 1680“ als Datum vermerkt. Als Gesamtdatierung von N. 8 wird 5 demgemäß Dezember 1680 angegeben.

Die sechs *Schedae*, in denen Leibniz mechanische Gesetze der Schwingungen gespannter elastischer Saiten zu bestimmen sucht, weisen enge Beziehungen zu weiteren Stücken der vorliegenden Rubrik auf, insbesondere N. 8 und N. 10. Berührungspunkte bestehen zudem mit Theoremen aus H. FABRI, *Physica*, tract. I, lib. II: *De compresso et tenso* (Bd. I, Lyon 1669) und tract. III, lib. II: *De sonis* (Bd. II, Lyon 10 1670). Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht die Anknüpfung an Fabris Abhandlung in N. 81, S. 35.1–2; N. 82, S. 41.10–12; N. 84, S. 52.10; N. 86, S. 64.12–13.

81. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA PRIMA

10. (20.) Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 6–7. Ein Bogen 4°. Vier einspaltig beschriebene Seiten. Im Kopf von Bl. 6 r° gestrichene Zeile von Leibnizens Hand: *Si compressio fit per extrusionem subtilis materiae est expressio.*

5 [6 r°]

Tentaminum de Chordarum tensione Scheda prima. 10 Xb. 1680

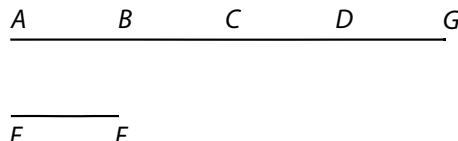
De chordis tensis

Ut intelligatur distincte quid sit tensio, inquirendum est quae aequa aut magis minusque tensa dicantur. Duae autem chordae aequa longae et crassae eiusdemque materiae sunt aequa tensae, si simul eodem modo pulsatae se simul restituant. Hinc chordae aliquibus plures partes aequales aequa sunt tensae, nam tota simul restituitur, itaque et partes illae simul restituuntur. Suppono autem partes illas esse similes seu materiae ejusdem et crassitie. Unde sequitur et partes ejusdem chordae inaequales esse aequa tensas. Nam si tres aequales, *AB. BC. CD* aequa sunt tensae, etiam duae inaequales, *AC* et *CD* aequa tensae erunt. Multitudo enim aequa tensorum non auget tensionem. Sed ut chordas longitudine et crassitie diversas conferamus, alia est opus nota tensionis sumta ab ejus causa.

6 Tentaminum de Chordarum tensione erg. L 6 prima (1) in q (2). 10 Xb. 1680 L 7–16 tensis (1) Chordae tensae quaelibet pars aequa tensa est, id est a toto separata ac sibi relicita sese contraheret in ea ratione in qua se contrahit tota. Nam Aequa tensa sunt (2) Ut intelligatur [...] autem chordae (a) aequales et similes (b) aequa (aa) longe (bb) longae et crassae eiusdemque materiae (aaa) aequa tensae sunt, (bbb) sunt aequa tensae, si (aaaa) eodem modo pulsatae se eodem (aaaaa) modo (bbbb) tempore restituant (bbbb) simul eodem [...] simul restituant. (aaaaa) Item si (bbbb) Hinc chordae aliquibus (aaaaa-a) duae (bbbb-b) plures partes [...] simul restituuntur (aaaaa-aa) eaedemque partes etiam materiae ejusdem sunt longitudinisque et crassitie. (bbbb-bb) . Suppono autem [...] et crassitie. (aaaaa-aaa) Sed quid (bbbb-bb) Si ead (cccc-ccc) Sed ejusdem chordae partes inaequales an aequa sint tensae quaeri potest. (aaaaa-aaaa) Hoc judicari (bbbb-bbb) Quod ut dignoscatur (ddddd-ddd) | Unde sequitur [...] auget tensionem. erg. | Sed ut [...] ejus causa. L

3f. *Si [...] expressio:* Vgl. H. FABRI, *Physica*, tract. I, lib. II, prop. 18 (Bd. I, Lyon 1669, S. 53b–54a).

Est autem chordae tensio, productio chordae violenta in longitudinem solito majorem. Unde necesse est eam fieri tenuiorem, seu minoris esse crassitie, posito quod non intus cava magis quam ante reddatur, quod certe ad sensum notari non potest. Unde sequitur eas quae ex aequa crassis aequa tenues sunt redditae, vel quae eadem proportione in longitudine [6 v°] crevere vel quae dimissae sese in eadem ratione contrahunt; eas inquam 5 esse aequa tensas[,] tametsi longitudinum rationes sint duplicatae crassitierum.



[Fig. 1]

Hinc jam ostenditur partes chordae similes inter tendendum non solum [manere] aequa tensas, sed et similes. Nam si jam duae partes ejusdem chordae *AC* essent diversae tensionis, ut *AB*. *BC*[,] et *AB* magis tensa quam *BC*, essentque *AB* et *BC* aequales[,] patet chordam *AB* majore vi ad restitutionem niti quam chorda *BC* resistere possit, omnibus enim aequalibus sola tensio diversa est, adeoque et vis, itaque *AB* se restituat, donec 10 *AB* et *BC* fiant aequa tensae, quod cum dudum fieri potuerit, utique jam tum factum est, adeoque jam tum sunt aequa tensae. Et si autem, loco *AB* et *BC* aequalium, sumamus inaequales *AB* et *BD*, tamen in ipsa *BD* sumi poterit ipsi *AB* aequalis *BC*. Imo potius quo major est chorda *BD* [eo] minus restitutionem ipsius *AB* impediet. Itaque durante 15

1 tensio | (1) sumta ex modo quo producitur (2) (si consideretur modus quo tensio (a) producitur) (b) fit) erg. u. gestr. | productio (1) ejus velut (2) chordae violenta *L* 1f. majorem. (1) Ponitur autem post tensionem chordam ubique esse aequa (2) Unde necesse [...] fieri tenuiorem, (a) posito quod (b) seu minoris [...] posito quod *L* 3 potest. (1) Itaque patet q (2) Unde sequitur *L* 4 crassis aequa (1) tenuia (2) tenues *L* 5–8 crevere (1) eas esse aequa tensas (2) vel (a) quae sese (b) quae dimissae [...] contrahunt; eas | inquam erg. | esse aequa tensas (aa). Quod (bb) tametsi (aaa) longitudinis (bbb) longitudinum rationes [...] partes chordae | similes erg. | inter tendendum non solum (aaaa) manere similes, adeoque et (bbbb) | manere erg. Hrsg. | aequa tensas, [...] Nam si *L* 8 *AC* erg. *L* 9 ut *AB*. *BC* (1) et essent aequales, utique (a) mi (b) facilius una | (ost) streicht Hrsg. | (c) ea quae fortior esset (2) et *AB* magis [...] *BC* aequales *L* 10f. quam (1) chordam (2) chorda (a) *A* (b) *BC* (aa) omnibus enim aequalibus (bb) resistere possit, omnibus enim aequalibus *L* 15 chorda (1) eo facilius *A* (2) *BD* (a) restitutione (b) | eo erg. Hrsg. | minus restitutionem ipsius *AB* *L*

[Fig. 1]: *EF* ist in der Hs. um ein gleiches Segment *FH* fortgesetzt, das gestrichen wurde. Das Segment *EF* hieß ursprünglich *DF*.

actu tendendi, vel actu restitutionis, vel denique statu tensionis inter utrumque medio, semper chorda eadem erit ubique aequa tensa. Modo scilicet homogenea ubique ponatur. Aequa tensae autem similes manent similes. Si ponatur chordam *ABCD* pondere aliquo in ea tensione sustentari, et nunc eam secari in partes plures *AB*. *BC*. *CD* easque aequales[,] patet tantundem ponderis requiri ad unam in tensione sustendandam quantum ad alteram, et tantum ad omnes simul quantum ad singulas omnes. Ergo si pondus totam tensam sustentans per numerum partium aequalium dividatur, habebitur pondus unam sustentans, adeoque pondus partem [7 r^o] chordae in tensione eadem sustentans, erit ad pondus totam sustentans in eadem tensione, ut pars chordae ad totam. Cum vero nihil referat an duae chordae sint[,] *AB* et *AD*[,] quae sunt ut pars et totum, an vero plane diversae, *EF* et *AD*[,] modo caetera eodem redeant[,] id est modo *EF* non differat ab *AB* nec crassitie nec tensione, patet *EF* eodem pondere in tensione sustentari quo *AB* separata in presenti tensione sustentaretur. Adeoque sequitur duas diversas chordas *EF*. *AD* ejusdem materiae crassitie et tensionis sustentari ponderibus quae sint in ratione longitudinum. Sequitur etiam duas chordas inaequales quae ante tensionem sola longitudine differebant, eodem modo tendi posse ponderibus quae sint inter se in longitudinum primarum ratione quia primae longitudines sunt acquisitis proportionales. Nam similes si aequa tendantur[,] in eadem ratione longitudinem augent. Sunt autem vires tendentes ut longitudines tensorum, seu ut longitudines acquisitae per praecedentem, omnibus scilicet similibus positis. Ergo et ut longitudines primae.

2 chorda (1) erit (2) eadem erit *L* 3 Aequa tensae [...] manent similes. erg. *L* 3 Si (1) duae (2) ponatur *L* 3f. pondere aliquo [...] nunc eam erg. *L* 4f. partes (1) duas (2) plures *AB*. *BC*. (a) etc. (b) *CD* easque aequales *L* 6 simul quantum ad (1) singulam. (2) singulas omnes. *L* 8 adeoque (1) ponderis partes [7 r^o] ejusdem (2) pondus partem [...] tensione eadem *L* 9–13 totam. (1) Hinc porro (2) Hinc cum nihil referat an duae chordae (a) sint (aa) ut (bb) vel (b) fuerint ut pars et totum, an vero plane diversae, modo caetera eodem redeant. Hinc inquam (3) Cum vero [...] Adeoque sequitur *L* 14 ejusdem (1) crassitie (2) materiae crassitie *L* 15 longitudinum (1) sive duas (2). Sequitur etiam (3). Sequitur etiam duas *L* 17–21 longitudinum | primarum erg. | vel acquisitarum erg. u. gestr. | ratione (1). Nempe *AB* (a) et *AC* ejusdem lo (b) vel (*EF*) (c) (vel *EF*) et *AC* ejusdem sunt tensionis (aa) tensionis (bb) materiae, (cc) crassitieque (aaa) (bbb); quae scilicet crassis eadem est, sive (aaaa) plures sint eo (bbbb) unius (cccc) sint partes unius chordae (aaaaa) unus (bbbb) tensae, aut ut pars et totum, sive etiam diversae ante tensionem, (aaaaa-a) per (bbbb-b) modo sint per omnia similes, adeoque et post tensionem, quia tensio crassitie eadem proportione mutat, adeoque in aequa crassis eandem relinquit. Hinc *AB* (vel *EF*) (aaaaa-aa) est (aaaaa-aaa) *AC* (bbbb-bbb) in ea (bbbb-bb) et *AC* in praesenti tensione ponderibus sustentabitur, quae sint inter se ut *AB* (vel *EF*) ad *AC*. (2) quia primae [...] in eadem (a) tensione (b) ratione longitudinem [...] longitudines primae. *L*

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

Chorda eadem tensa diverso modo pulsata semper eodem tempore restituitur. Cum enim semper durante restitutione chorda eodem modo tensa maneat. Hinc in magis pulsata omnia similia erunt ut in minus pulsata, majorque celeritas majore spatio compensabitur, itaque semper erit idem tempus.

Si duae sint chordae similes aequae tensae, et ambae pulsantur, utique adhuc magis tendentur. Pulsatio enim tensi tensio est. Itaque duae chordae similes aequae tensae eodem modo pulsabuntur viribus quae sint ut earum longitudines. Restituuntur autem ut mox dicemus, temporibus quae sunt reciproce ut longitudines, ergo duae chordae aequae tensae restituuntur ex tensione ad statum priorem temporibus quae sunt reciproce ut vires tendentes. Quod de longitudinibus primis dicitur, verum est et de novis, nam similes aequae tensae in eadem ratione longitudinum [augentur]. [7 v°] 5

Duae chordae similes aequae tensae habent tempora restitutionum in reciproca ratione chordarum. Nam dimidia chordae vis tendens, adeoque et restituens dimidia est[,] effectus autem semidimidiis, nam non tantum dimidiā materialia ea vis movet, sed et per dimidium spatium. Ergo omnibus computatis in dimidia chorda simili aequae tensa erit dimidia difficultas[,] adeoque (cum nihil in caeteris mutari 15 possit) dimidium tempus. Est tamen non omnino exacta haec ratiocinatio. Ergo eam assumemus velut circiter veram donec melius demonstraverimus.

Si duae sint chordae ejusdem longitudinis et tensionis erunt pondera tendentia in duplicata ratione crassitierum quia et cylindri sunt in duplicata ratione diametrorum. Sunt autem vires (eadem existente tensione) ut quantitates tendendae. Nam et filum crassum perinde est ac compositum ex pluribus tenuibus. Itaque duae chordae aequales sed crassitie diversae eandem tensionem accipere debent ponderibus quae sint in duplicata ratione crassitierum. Ea-

2–4 Am Rand, gestr. und abbrechend: Hoc supponit impetus semper esse ut tensiones. Hinc

4 majore (1) tempore (2) spatio L 5 chordae (1) aequae (2) similes aequae L 8f. chordae (1) aequae tensae (a) resti (b) similes restituuntur temporibus (2) aequae tensae restituuntur (a) temporibus quae sunt reciproce ut vires tendentes (b) ex tensione [...] vires tendentes. L 10 augent L ändert Hrsg. 11 habent (1) restitutio (2) tempora restitutionum L 12–16 chordarum. (1) Nam cum dimidia sit vis tendens chordam minorem, Ergo et vis restituens dimidia erit, ergo effectus dimidiis esse debet, qui cum caetera sit aequalis,[!] solo tempore differre potest. (2) Nam dimidia [...] effectus autem (a) bis (b) semidimidiis, nam [...] Ergo omnibus (aa) vis (bb) computatis (aaa) difficultas (bbb) in dimidia [...] aequae tensa (aaaa) vis dimidia est (bbbb) erit dimidia [...] dimidium tempus. L 16f. Est tamen [...] melius demonstraverimus. erg. L 19 et (1) mate (2) materia (3) moles su (4) arc (5) cylindri sunt L 20f. ut (1) quantitas (2) quantitates L 21 Nam et [...] pluribus tenuibus. erg. L 22f. accipere (1) aut (2) (non (3) non possunt (4) debent L

dem enim vi tensionem recipiunt, qua [retinentur]. Suppono enim et chordam secundum longitudinem animo sectam in partes aequae tensas intelligi debere.

Hinc chordarum ejusdem tensionis, sed diversae longitudinis et crassitie pondera sunt in composita ratione ex simplici longitudinum et duplicata crassitierum.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Si chorda aliqua AB tendatur in AD , et sit AD quadrupla AB , erit crassities ipsius AD dimidia crassitie ipsius AB , seu crassities erunt in ratione longitudinum reciproca duplicita.



[Fig. 2, gestr.]

Hinc jam magna oritur quaestio, an tensio sit quadruplicata, an vero duplicata, sive an pondus 10 tendens longitudine aucta an vero crassitie minuta sit aestimandum.

Si omnia sint eadem, utique tensiones sunt ut pondera sustentantia. Jam si duae chordae sint ejusdem crassitie et longitudinis, tensiones erunt ut pondera appensa. Quaeritur jam an chordae ejusdem crassitie et longitudinis, (intellige et ejusdem materiae) possint esse diversae tensionis, et videntur esse posse.

15 Si duae chordae sint ejusdem crassitie, an erunt tensiones seu vires tendentes ut longitudines? Non potest responderi nisi sciatur quales fuerunt crassities ante tensionem.

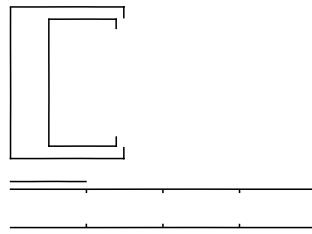
Si pondera essent ut longitudinum rationes, et soni seu tempora restitutionum, ut rationes tenuitatum, explicata haberetur ratio, cur chorda quadruplo ponderi ad octavam perducatur seu tonum duplo acutiorem.

20 Quid si dicamus tensionem consistere in ipsarum quantitate mutationis seu transitus a crassitie ad longitudinem, crassities unius pollicis longitudine pedis transit exempli causa in crassitiem pollicum duorum longitudine quatuor pedum. Aestimanda est et quantitas materiae motae et quantitas ipsius motus. Patet autem materiam motam esse ut longitudinem acquisitam[,] at motus punctorum esse ut distantias; ergo quantitates motus erunt in duplicita longitudinum ratione.

25 Considerandum quodlibet punctum moveri duplice motu[:] uno in longitudine, altero in crassitie.

1 retinet *L ändert Hrsg.* 1f. Suppono enim [...] animo sectam | sectam *streicht Hrsg.* | in partes [...] intelligi debere. *erg. L* 7 chorda (1) eadem (2) aliqua | AB *erg.* | tendatur (a) (--) (b) in AD , (aa) (– in) AD (bb) et (cc) et sit AD quadrupla AB , *L* 10 longitudine (1) acta (2) auct (3) aucta (a) vero cr (b) an vero crassitie *L* 14f. posse. (1) Hoc posito reductae (a) non erunt simil (b) seu restitutae non erunt similes. Si fuerint | reductae *erg.* | longitudine eadem crassitie diversae, (sintque tensiones (aa) in ratione (bb) ut longitudinum rationes) possunt esse (aaa) diversae tensi (bbb) eadem longitudine et crassitie. Nam tensiones sunt ut longitudines (2) Si duae (a) sint (b) chordae sint [...] ut longitudines? *L* 17 soni (1) ut (2) seu tempora restitutionum, ut *L* 20 dicamus (1) sonum (2) tensionem *L* 21 longitudine pedis *erg. L* 21f. in (1) dimidiad (2) crassitiem (a) quatuor (b) pollicum duorum longitudine quatuor pedum. *L* 23 at (1) quantitatem motus esse (2) motus punctorum esse *L* 24 erunt (1) ut (2) in *L*

Si chordae sint ejusdem longitudinis et tensionis diversaeque crassitie[...] isochronae sunt, idem est enim ac si plures chordae per omnia similes essent in unam junctae.



[Fig. 3]

1 Si (1) pondera (2) chordae *L*

1f. Si chordae [...] junctae: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 223; 224 (Bd. II, Lyon 1670, S. 215b; 216a; 216b). [Fig. 3]: Auf Bl. 7 v° finden sich gestrichene, hier nicht abgebildete Entwürfe dieses Diagramms, dessen Bezug zum Text ohnehin nicht unmittelbar ersichtlich ist. Vielmehr könnte das Diagramm mit Überlegungen am Ende von N. 9 (S. 80.19 ff.) verbunden sein.

8₂. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA SECUNDA

10. (20.) Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 8–9. Ein Bogen 4°; ein Wasserzeichen im Falz. Vier einspaltig beschriebene Seiten.

[8 r°]

5 Tentaminum de chordarum tensione scheda secunda 10 Xb. 1680

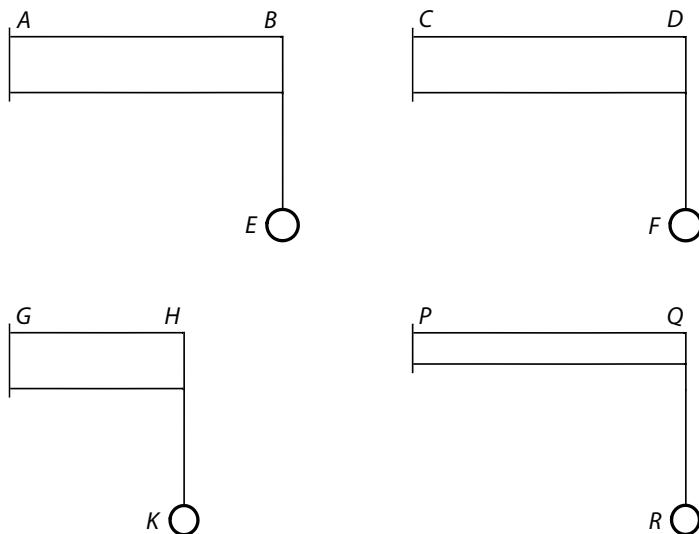
Duarum chordarum similiū et aequalium *AB*. *CD* tensiones sunt ut pondē tendentia *E*. *F*. Nam si materiae ratio eadem[,] sunt pondē seu vires tendentes ut impetus restituentes, quia vis tota ex ductu impetus in materiam componitur. Tensio scilicet seu tensionis quantitas est impetus restitutionis qui cuilibet particulæ applicatur. Hinc sequitur quod vires sunt in ratione composita corporum et tensionum, ut patebit ex sequentibus.

Nempe sit jam *GH* similis ipsi *AB* et aequa tensa, sed inaequalis, quae tenditur pondē *K*, patet ex praecedentibus pondus *K* fore ad pondus *E*, ut *GH* ad *AB* vel *CD*, et *E* est ad *F* ut tensio ipsius *AB* vel ipsius *GH* ad tensionem ipsius *CD*. Ergo pondus *K* est ad pondus *F*, in ratione composita ex *GH* ad *CD* et tensione ipsius *GH* ad tensionem ipsius *CD*.

5 scheda (1) prim (2) secunda | 10 erg. | Xb. *L* 5f. 1680 (1) I^{ma} (2) De Tensione Chordarum, has propositiones (3) Invenimus hactenus (4) Duae (5) Duarum chordarum *L* 6f. aequalium | *AB*. *CD* erg. | (1) ponde (2) tensiones sunt ut pondē *L* 7–12 tendentia *E*. *F*. (1) Nam (a) etsi tensionem aequalē (b) sive eadem (c) eo (d) et tempora restitutionum (e) iisdem positis (aa) restitutiones erunt (bb) tempora restitutionum erunt ut tensiones seu pondē reciproce, cum enim omnia sint eadem (aaa) erit (bbb) erunt celeritates continue receptae primis impetus pro (ccc) omnia (aaaa) s (bbbb) erunt similia excepto tempore adeoque videndum an (f) iisdem positis eodem modo erunt et tempora (aa) et restitutiones (bb) restitutionum reciproce. (g) iisdem positis eodem modo erunt et tempora restitutionum reciproce. Hinc si se contrahant hae chordæ *AB* et *CD* quaeritur (aa) an (bb) quae sit post restitutionem ratio longitudinum. Haec quaestio cum sit capitalis postea definitur. (2) Nam si (a) nulla (b) materiae ratio eadem sunt pondē (aa) ut i (bb) seu vires tendentes [...] Tensio scilicet (aaa) est impetus restituti (bbb) seu tensionis quantitas [...] qui cuilibet particulæ (aaaa) {–}, adeoque (bbbb) applicatur. Hinc [...] ratione composita (aaaaa) materiae et tensionis (bbbb) corporum et [...] sequentibus. Nempe *L* 12 jam *GH* (1) aequa tensae (2) similis ipsi *AB* et aequa tensa, *L* 13f. vel *CD*, (1) seu (2) et *E* est ad (3) seu ut *GH* ad *CD* et (4) et *E* est [...] ipsius *CD*. *L* 15 pondus *F*, (1) ut (2) in ratione composita ex *L*

6 Duarum chordarum: Siehe [Fig. 1] auf S. 37.
13 ex praecedentibus: Siehe N. 8₁, S. 32.13–15.

11 ex sequentibus: Siehe S. 38.4–5.



[Fig. 1]

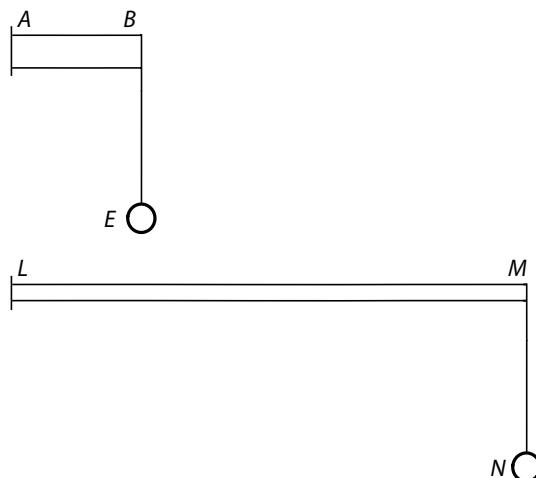
Ergo duae chordae similes diversarum tensionum ponderibus sustentantur, quae sunt in composita ratione longitudinum et tensionum.

Sit alia chorda tenuior PQ tensa pondere R aequalis longitudine ipsis CD et AB et aequalis tensione ipsi AB , erit R ad E ut quadratum crassitie ipsius PQ ad quadratum crassitie ipsius AB , est autem E ad F ut tensio ipius AB seu ipsius PQ ad tensionem ipsius CD . Ergo R est ad F in ratione composita ex ratione quadrati a crassitie PQ ad quadratum a crassitie CD et tensionis ipsius PQ ad tensionem ipsius CD . Seu chordarum ejusdem longitudinis pondera sustentantia sunt in duplicata ratione crassitierum et simplici tensionum. [8 v°]

5

1f. tensionum (1) sunt (2) ponderibus sustentantur, quae sunt L 2f. tensionum. (1) Et
duae chordae similes et aequales ponderibus sustentantur qu (2) Sit alia chorda L 3f. et AB (1) cum
sint (2) et aequalis L 6 ex (1) rationibus quadratorum (2) ratione quadrati L 6f. crassitie
 PQ ad (1) rati (2) quadratum L 7 CD et (1) longit (2) tensionis L 7–9 ipsius CD . (1) Seu
si chordae aequales sint diversarum crassitierum et tensionum (2) Seu chordarum [...] simplici
tensionum. L

[Fig. 1]: Zum Diagramm gehört auch die gestr. Zeichnung einer ähnlichen fünften Saite LM , an der ein Gewicht N hängt.



[Fig. 2]

Hinc denique patet generalis regula ponderum, nempe Pondera chordas tendentia sunt in rationibus compositis ex simplici longitudinum, simplici tensionum, et duplicata crassitierum. Si materia una alia solidior sit[,] perinde est ac si una alia crassior esset. Hinc generaliter colligi potest: Vires esse in ratione corporum et tensionum.

Si chorda AB magis tendatur[,] nempe ex longitudine AB in longitudinem majorem LM quae sit ad AB in ratione duplicata crassitierum, seu exempli gratia quadrupla ipsius AB, si crassities tensione facta sit dimidia. Ergo cum ratio longitudinis sit ita semper reciproca rationis duplicatae crassitierum, et generaliter ratio ponderum [sit] in rationibus compositis ex simplici longitudinum, simplici tensionum et duplicata crassitierum, per praecedentem[,] manifestum est hoc loco rationes duas[,] simplicem longitudinum

3–6 crassitierum. | Si materia [...] et tensionum. erg. | (1) Hinc ut (2) Si chorda (a) ad dupl (b) AB magis L 6 nempe (1) in longitudinem (2) ex longitudine AB in longitudinem L 6–8 majorem (1) CD (2) LM (a) quae sit quadrupla ipsius AB, erit crassities subdupla. (b) quae sit ad AB in [...] sit dimidia. L 9–S. 39.4 rationis | duplicatae erg. | crassitierum, (1) sese (a) restituent (b) destruunt (2) et | generaliter erg. | ratio ponderum | sint ändert Hrsq. | in rationibus [...] tensionum et (a) dupli (b) duplicata crassitierum, per [...] loco) et ipsam (aa) duplicatam (bb) duplicatarum crassitierum sese [...] pondera ut tensiones. L

6–8 Si [...] dimidia: Die Textänderungen führen zu einem Konditionalgefüge, dem der Hauptsatz fehlt.
6 Si chorda AB: Siehe [Fig. 2]. 11 per praecedentem: Siehe S. 38.1–3.

(quae est reciproca duplicatae crassitierum hoc loco) et ipsam duplicatarum crassitierum[,] sese invicem destruere, nam rationes directae et reciprocae invicem compositae se destruunt, faciuntque rationes aequalitatis. Ergo restat sola ratio tensionum destructis longitudinibus et crassitiebus[,] adeoque erunt pondera ut tensiones. Cumque semper in ejusdem chordae tensione diversos ejus status comparando sint longitudines in reciproca crassitierum duplicata[,]⁵ semper se destruent hae duae rationes, adeoque: Pondera chordam tendentia sunt ut tensiones.

Porro Tensiones ejusdem chordae sunt inter se ut mutationes, mutationes autem vel secundum crassities, vel secundum longitudines sumi possunt, sed utroque modo res eadem reddit, altera enim alteram continet. Si secundum crassities sumantur, sumendae erunt bases crassitierum, non diametri, itaque mutationes sunt ut longitudines, vel etiam ut tenuitatum (seu reciprocarum crassitierum) bases. Si jam ponatur chordam semel tensam non ideo redi tensu difficultorem, neque faciliorum [9 r^o] seu ejusdem chordae tensae diversos status inter se invicem differre solis tenuitatum basibus ac longitudinibus, quae duae res (tenuitates secundum bases sumptae et 15 longitudines) se invicem compensant; sequitur Tensiones seu impetus restituentes qui chordae incumbunt, fore ut longitudines, seu fore ut tenuitatum bases, et necesse est causam restituentem[,] quaecumque ea sit[,]¹⁹ propterea longitudinum agere. An autem haec Hypothesis consentiat phaenomenis, ex consequentiis videbimus.

Hinc manifestum etiam est: Pondera eandem chordam tendentia esse ut 20 longitudines, seu ut tenuitatum bases seu reciproce ut bases crassitierum.

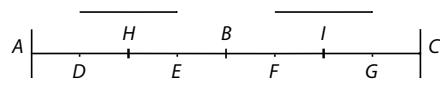
Nunc etiam Tempora restitutionum consideremus. Assumsimus autem velut primum principium supra duas chordas similes aequales et aequae tensas, vel iisdem positis eodem pondere tensas, restitui eodem tempore. Nihil

5 tensione (1) sint (2) diversos ejus status comparando sint *L* 6 se (1) restituent (2) destruent *L*
 adeoque: (1) In (2) Pondera *L* 7 chordam (1) tensio (2) tendentia sunt ut tensiones. *L* 8f. ut mutationes, (1) sunt autem (2) mutationes autem [...] sumi possunt, *L* 10 eadem | enim streicht Hrsg. | reddit, *L* 11 itaque (1) mutationes sunt (2) mutationes sunt *L* 12 etiam ut (1) crassiti (2) tenuitatum (seu reciprocarum crassitierum) *L* 13–15 faciliorum (1) seu (a) chordas tensas (b) chordam tensam (c) colummo (d) | eadem streicht Hrsg. | [9 r^o] (2) seu ejusdem [...] differre solis (a) basium (b) tenuitatum basibus ac longitudinibus, *L* 15f. quae (1) se (2) res (3) duae res [...] longitudines) se *L* 16f. impetus (1) qui chordae incumbunt (2) restituentes qui chordae incumbunt, *L* 18 sit (1) secundum (2) propterea *L* 22f. autem (1) jam (2) velut primum principium *L* 23f. aequae tensas, (1) seu (2) vel *L*

19 ex consequentiis videbimus: Siehe N. 83. 23 supra: N. 81, S. 33.11–17.

enim aliud hoc est quam exemplum axiomatis generalis, quod si nullum sit discrimen in antecedentibus, nullum etiam futurum sit discrimen in consequentibus.

Eiusdem chordae partes simul restituuntur cum tota, quamdiu ei cohaerent, quia chordae quaelibet pars semper aequa tensa est.

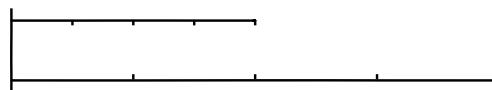


[Fig. 3, gestr.]

5 [Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Si corda tensa ABC et utrinque in A et B firmiter annexa eodem momento secetur in tribus punctis A . B . C manifestum est eodem tempore chordam AB reductum iri in DE , et BC in FG , et fore AD aequ. BE aequ. BF aequ. GC , et fore DE ad AB , ut FG ad BC . Si vero chorda tota in extremitatum secetur vel dimittatur reducetur in HI , eruntque, AH aequ. CI . $AC : HI :: AB : DE :: BC : FG$. Hinc 10 apparat [Text bricht ab.] [9 v°]

Duarum chordarum similius et aequa tensarum, sed inaequalium minor celerius restituitur. Nam omnium minima seu infinite parva chordae tensae portio restitueretur momento. Causa est, quia et per spatium infinite parvum decurrit.



[Fig. 4]

1 aliud (1) es (2) quam (3) hoc est quam L 2f. consequentibus. (1) Si duae sint chordae (2) Ejusdem chordae L 3f. restituuntur (1) cum tota, (2) cum tota, quamdiu ei cohaerent, L 7 DE , et (1) FG (2) BC in FG , L 9 AH aequ. CI . erg. L

12f. Nam [...] decurrit: Gleiche Beweisführung in N. 9, S. 80.10–13.

Chordarum similiū aequae tensorum restitutio[n]es sunt ut longitudines. Secetur utraque in partes infinite parvas numero infinitas, aequales, ipsae hae particulae ponantur rigidae. Erunt impetus tendentes tot quot particulae. Erunt et impetus aequales, et omnia alia eadem, [sed] tantum percurrendum majus spatium cuilibet puncto, nempe in ratione chordarum. Ergo tempora ut chordae. Clarior res erit, si pro una longiore sumas unum minutum secundum temporis, pro altera breviore dimidium. Sed haec alias exactius demonstranda. Interim assumamus saltem hanc propositionem ut circiter veram. Nam et supra eam partialiter[,] argumento tamen eodem redeunte[,] confirmavimus, et assumtu[os] nos diximus.

Chordarum aequae longarum et aequae tensorum, sed diversae cras- 10 sitie i sochronae sunt restitutio[n]es, perinde est enim ac si plures chordae colligatae essent.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Idque est sive duae chordae aequae tensae similes inaequales omnino dimittantur ad statum naturale[m], sive ad eandem tensionem novam pulsentur atque inde dimissae redeant ad tensionem priorem, 15 restitutio[n]es erunt ut longitudines reciprocae. Revera enim semper a tensione nova restituuntur. Et si

1–9 longitudines. (1) Quid si (2) Dividatur utraque (3) Dividantur (a) singul (b) in partes (aa) par (bb) infinite parvas aequales (4) Aequisecentur singulae in numerum (5) Secetur et hae et illae in (a) partes infinite parvas (b) infinitibus (c) infinitas numero aequales, sitque pars una unius ad unam alterius ut tota ad totam, patet partes majoris et minoris eodem impetu percuti, intelliguntur enim singulae hae partes rigidae nec tendibiles, ideoque tot erunt impetus tendentes, quot particulae tales. Et (aa) impetuum numerus erit (bb) impetus numeri erunt ut magnitu (6) Secetur utraque [...] infinitas, aequales, (a) erunt (b) ipsae hae particulae [...] tot quot particulae. (aa) Ergo impetus (bb) Erunt et impetus aequales, (aaa) ergo (bbb) sed tantum percurrend (ccc) et (ddd) et omnia alia eadem, | sed erg. Hrsg. | tantum percurrendum [...] tempora ut chordae. (aaaa) Clarjus (bbbb) Clarior res erit, si pro una | longiore erg. | sumas (aaaaa) unam horam, pro (bbbb) unum | minutum erg. | secundum | temporis erg. | , pro altera (aaaaa-a) alterum (bbbb-b) breviore dimidium (aaaaa-aa) , ejus (bbbb-bb) . Sed haec (aaaaa-aaa) omnia non sunt satis exakte demonstrata. Assumamus saltem hanc propositionem | interim erg. | ut circiter veram. (bbbb-bbb) alias exactius demonstranda. [...] ut circiter veram. (aaaaa-aaaa) Quemadmodum (bbbb-bbbb) Nam et supra [...] nos diximus. $L = 10f.$ crassitie (1) chordae sunt (2) iso- chronae sunt $L = 12-14$ essent (1) velut (2) . Idque est $L = 14$ similes erg. $L = 14f.$ ad statum naturale[m] erg. $L = 15f.$ pulsentur | atque inde [...] tensionem priorem, erg. | (1) isochronae (2) restitutio[n]es (a) ut (b) erunt ut $L = 16$ si erg. L

7 alias: Es ist nicht ersichtlich, worauf Leibniz anspielt.

8 supra: N. 81, S. 33.11–17.

10–12 Chordarum [...] essent: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 223; 224 (Bd. II, Lyon 1670, S. 215b; 216a; 216b).

restitutio ad totam usque naturalem utrobique est isochrona[,] etiam restitutio a secunda tensione ad primam erit isochrona. Item si haec est isochrona a tensione secunda ad primam, erit et a prima ad quandam minorem, et ita semper usque minimam.

Itaque generaliter: restitutio duarum chordarum similiū inaequalium aequē tensarum sunt isochronae. Ergo et ab eadem tensione ad nullam, seu ad statum naturalem.

Restitutiones ejusdem chordae tam omnimodae quam ad eandem usque tensionem, si tensae fuerint praesectae sunt isochronae. Cum enim spatiū tempore compensetur, hanc assumsimus interim, ut circiter veram. Quia
10 experimentis comprobatur.

4–6 *Am Rand, ebenfalls gestrichen:* Haec propositio certa est ex praemissis. Sed intelligitur duas illas chordas [*Text bricht ab.*]

1 ad (1) totum (2) totam L 2 tensione (1) pri (2) secunda L 6f. naturalem. | Reductiones et *gestr.* | Restitutiones L 7f. chordae (1) ab eadem tensione ad eandem (2) tam omnimodae [...] si tensae (a) porro (b) fuerint praesectae L

9 assumsimus interim: Siehe N. 8₁, S. 33.11–17.

8₃. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA TERTIA

10. (20.) Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 10–11. Ein Bogen 4°. Vier einspaltig beschriebene Seiten.

[10 r°]

Tentaminum de Chordarum Tensione Scheda 3tia 10 Xb. 1680.

5

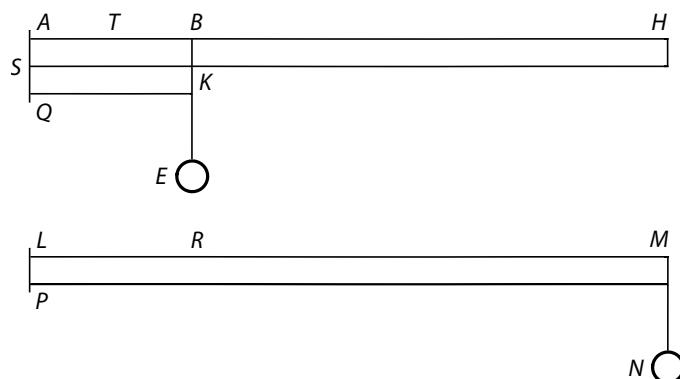
Sit chorda QAB , cujus longitudo AB , crassities AQ , quae pondere E tensa sustentetur. Aucto jam pondere E , ut inde fiat pondus N , extendatur ex longitudine AB in longitudinem LM , et ex crassitie AQ in crassitiem LP , longitudines erunt inter se ut pondera, et in reciproca ratione crassitierum duplicata, $AB : \overline{LP}[\underline{2}] : E :: LM : \overline{AQ}[\underline{2}] : N$. Ut patet ex superioribus. Manifestum est etiam ex superius assumtis chordam tensam BAQ ¹⁰ et chordam tensam MLP , cum sint diversi status ejusdem chordae tensae cujus status naturalis sit verbi gratia TAQ , ad eum reduci eodem tempore. Sed si prius ambae pulsentur seu ulterius tendantur, atque inde omnino dimittantur usque ad statum naturalem, cum tempora a pulsatione seu a secunda tensione ad primam tensionem non possunt esse aequalia (quia constat esse magisque minusque tensarum inaequales post pulsationem re- ¹⁵stitutiones ad primam tensionem,) ideoque sequi videtur chordam MLP pulsatam quia a secunda tensione ad primam MLP celerius restituitur, quam BAQ a prima tensione[,] postea tardius restitui ad statum naturalem TAQ , contra hypothesisin. Sed error subest in

10 *Am Rand, gestr.* NB non debuisset sumi ABS in extremo, sed in medio, ut similis esset ipsi RLP .

6f. tensa (1) teneatur (2) sustentetur. (a) Sit ite (b) Aucto jam L 8f. ex (1) longitudine A (2) crassitie AQ in crassitiem LP , (a) sintque (b) longitudines (aa) crassitiebus erunt reciproce proportionales, seu erunt (bb) erunt inter [...] crassitierum duplicata, L 9f. Ut patet ex superioribus. erg. L 10 est | etiam erg. | ex (1) supra demonstratis (2) superius assumtis L 10 tensam (1) AB (2) BAQ L 15 constat esse erg. L 16 ideoque (1) necesse est (2) sequi videtur L 17 primam | MLP erg. | celerius L 17 quam BAQ erg. L 17 tensione erg. L 18-S. 44.2 TAQ (1). Sed | jam erg. | video in quo error (2). Quod non capio quomodo sit possibile. Sed error. Nempe non (a) possunt distingui (b) potest distingui (c) vera est inaequalitas tunc cum di (3), contra hypothesisin. [...] distincta esse (a) a (aa) secund (bb) pri (b) a restitutione [...] ut sit (aa) inaequalitas (bb) inaequalitas in illis, L

10 ex superioribus: Siehe N. 82, S. 39.8–18.

10 ex superius assumtis: Siehe N. 82, S. 41.14–42.6
(gestrichener Text).



[Fig. 1]

- tali ratiocinatione. Nam Restitutio a secunda tensione ad primam debet distincta esse a restituzione a prima ad naturalem, ut sit inaequalitas in illis, seu sub finem pulsationis non debet esse omnimoda dimissio, ut locum habeat hypothesis praesens seu ut inaequales sint restituciones a prima tensione ad secundam. Atque ita sublata est haec difficultas.
- 5 Chorda enim pulsata seu adducta a prima tensione ad novam, atque dimissa non est omnimoda dimissio, sed superest prior tensio.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

10 Sit chorda *BAS* similis chordae *MLP*, id est ejusdem materiae et crassitie[.] et sumatur in chorda *MLP* ipsa *RLP*, aequalis et similis ipsi *BAS*, differentia erit in solis tensionibus. Ex supradictis [manifestum est] tempus restitutionis ipsius *RLP* esse ad tempus restitutionis ipsius *MLP*, ut *RL* ad *ML*. Intelligo restituciones praesectarum a tensione 2da ad primam.

Si jam duarum chordarum aequalium et similium restituciones sint ut tensiones seu ut pondera appensa[.] erit tempus seu restitutio chordae *BAS* seu (quia crassities non variat tempus) chordae *BAQ*

2 sub (1) initium (a) dimi (b) dimissionis (2) finem pulsationis *L* 3f. dimissio, (1) ut inaequalis sit restitutio a (2) ut locum habeat hypothesis praesens (a) et (b) seu ut [...] restituciones a (aa) prima (bb) secu (cc) prima tensione ad secundam. (aaa) Alioqui enim aequales sunt restituciones. (bbb) Atque ita [...] haec difficultas. *L* 5f. Chorda enim pulsata | seu adducta erg. | a prima [...] prior tensio. erg. *L* 9 ipsa (1) *ARP* (2) *RLP*, *L* 9f. tensionibus. (1) Manifestum est (2) Ex supradictis | manifestum est erg. Hrsg. | *L* 10 ut (1) *ER* ad (2) *RL* ad *ML*. *L* 11 Intelligo restituciones praesectarum (1) ad pri (2) a tensione 2da ad primam | praesectarum *gestr.* | . erg. *L* 12 restituciones (1) sint (2) ad primam tensionem sint (3) sint *L* 13 tempus seu erg. *L* 13 chordae (1) *BAS* (2) *BAQ* (3) *BAS* seu [...] chordae *BAQ* *L*

9 Ex supradictis: Siehe N. 82, S. 40.11–41.9.

11 Intelligo [...] primam: Siehe N. 82, S. 42.7–8.

ad restitutionem chordae *RPL*, reciproce ut tensio ipsius *BAQ* ad tensionem ipsius *RLP* seu *MLP*[.] seu Rest. *BAQ* : Rest. *RLP* :: Tens. *MLP* : Tens. *BAQ* :: *N* : *E* :: *ML* : *BA* :: *ML* : *RL*. Rest. *RLP* : Rest. *MLP* :: *RL* : *ML*. Ergo Rest. *BAQ* aequ. Rest. *MLP*. Quod est absurdum. [10 v°]

Haec sane ratiocinatio mirifice turbare videtur, cum enim certum sit chordas *ABQ* et *MLP* restituti diversis temporibus, nempe magis tensam *MLP* celerius[,] adeoque absurdum sit conclusio; necesse est vel aliquid praecedentium esse falsum, vel id quod hic unicum assumsumus in praesenti ratiocinatione, duarum chordarum sola tensione differentium restitutiones seu restituendi tempora esse ut tensiones reciproce, seu restituendi celeritates esse ut tensiones. Itaque positis praecedentibus concludere possumus hoc esse falsum. Imo ut lucremur aliquam veritatem positivam investigemus quid oriatur ratione restitutionum inter chordas aequales et similes inaequaliter tensas assumta utcunque. 10

Ejusdem chordae tensionum restitutiones sunt inter se ut restitutiones duarum chordarum aequalium et similium easdem diversas tensiones habentium. Quae propositione si falsa est, necesse est aliquam ex superioribus nostris hypothesibus assumptum esse falsam. Iis autem positis ipsa est demonstrata. Demonstratio autem talis erit praecedenti nonnihil mutata:

Chordarum similium et aequalium, sed inaequaliter tensarum *RLP* et *BAS* restitutions seu restitutionum tempora sunt inter se illius ut *p*, huius ut *s*. 15

Hinc ratiocinatio prodibit: Restit. *BAS* : Restit. *RLP* :: *s* : *p* (ex hypothesi). Jam Restit. *BAQ* aequ. Restit. *BAS*, quia crassities non variat tempus restitutionis; Ergo Restit. *BAQ* : Restit. *RLP* :: *s* : *p*. Jam Restit. *RLP* : Restit. *MLP* :: *RL* : *ML* vel ::

1–3 chordae *RPL*, (1) ut (a) pondus (b) pondus *N* ad (aa) pondus (bb) ponderis *N* partem quae sit ad ipsam ut *RL* ad *ML* (aaa) seu Rest. *RLP* : Rest. (bbb) seu Rest. *BAQ* : Rest. *RLP* :: ut $\frac{LR}{ML} N$. (aaaa) Et Rest. *RLP* : Rest. *MLP* :: (bbbb) Jam aliunde Rest. *RLP* : Rest. *MRL* (2) reciproce ut tensio [...] Quod est absurdum. *L* 4 mirifice (1) turbat, (2) turbare videtur, *L* 5 adeoque absurdum sit conclusio erg. *L* 6 in praesenti ratiocinatione erg. *L* 7f. tensiones (1) celer (2) reciproce, seu restituendi celeritates *L* 8–11 tensiones. (1) Imo hoc concludere possumus: | positis praecedentibus, erg. | (a) duarum chordarum diversarum (b) diversarum chordarum (c) quod duarum diversarum (2) Itaque (a) conclud (b) positis praecedentibus [...] investigemus quid (aa) ass (bb) oriatur (aaa) assumta (bbb) ratione restitutionum inter chordas (aaaa) aequae tensas (bbbb) aequales et [...] Ejusdem chordae *L* 11 restitutiones (1) inter (2) sunt inter *L* 13 necesse est (1) aliquod (2) aliquam *L* 13f. assumtis (1) corrigendam esse. (a) Nulla (aa) sane (bb) sane (b) Quod chordae inaequa (c) Quaenam autem sit corrigenda (aa) corrigem (bb) inquiremus, ubi sciemus an aliqua corrigenda sit (2) esse falsam. Iis autem positis *L* 15f. similium (1) inaequaliter tensarum, seu (2) et aequalium, [...] *RLP* et (a) *BAQ* (b) *BAS* (aa) esse ut *p* ad *q*. (bb) restitutiones (aaa) sunt inter se ut *q* ad (bbb) seu restitutionum [...] inter se (aaaa) illa in (bbbb) illius ut *p*, (aaaaa) in hac (bbbb) huius ut (aaaaa-a) *q* (bbbb-b) *s*. *L* 17 prodibit: Restit. (1) *BAQ* (2) *BAS* *L* 17f. *s* : *p* (1) Jam Restit. *BAQ* aequ. Restit. *BAS* (2) (ex hypothesi). [...] Restit. *BAS*, *L* 19–S. 46.1 *MLP* :: (1) *ML* : *RL* (2) *RL* : *ML* (a) Ergo Restit. (b) vel (aa) :: *PL* : (*K*)*B*. (bb) :: *AB* : *ML*. Ergo Restit. *L*

$AB : ML$. Ergo Restit. BAQ : Restit. $MLP :: s : p \sim AB : ML$, seu chordae ejusdem diversimodae tensae restitutio[n]es sunt inter se in composita ratione restitutio[n]um quas [duae chordae] haberent si solis tensionibus istis different, et longitudinum seu ponderum seu ipsarum tensionum.

Hinc si $s : p :: ML : AB$ seu si duae chordae sola tensione differentes habent restitutio[n]es reciproce ut tensiones[,] hinc duae rationes $ML : AB$ et $AB : ML$ compositae se destruent, adeoque fiet Rest. BAQ aequ. Rest. MLP . Quod et verum est si de omnimoda restitutio[n]e ejusdem chordae a diversis tensionibus sermo sit. Adeoque posito isochronismo omnimodarum restitutio[n]um, sequitur $s : p :: ML : AB$. Seu duarum chordarum sola tensione differentium restitutio[n]es omnimodas esse reciproce ut tensiones. Et quoniam aliunde hoc verum demonstrabimus infra, hinc ex ipso vicissim infra demonstrabimus isochronismum. Sed si sermo sit de vibrationibus seu restitutio[n]ibus ad tensionem priorem, absurdum est vibrationem BAQ et vibr. MLP esse aequales, chordae enim ejusdem diversimode tensae vibrationes sunt tempore inaequales. Adeoque [chordarum] sola tensione differentium vibrationes non possunt esse ut tensiones, de quo pluribus infra. [11 r^o]

Porro cum duae quaelibet chordae ejusdem materiae possint considerari ut ipsae chordae AB et LM (nihil enim refert an sint ejusdem chordae diversimode tensae status diversi, quia quaelibet chordae possunt ita considerari[,] nam crassities nihil ad rem pertinent) hinc si sint duae chordae tensae AB , LM pulsantur-

20–S. 47.5 *Am Rand:* [Haec^[a] propositio accuratius examinanda.]^[b]

^[a][Haec: Eckige Klammer von Leibniz. ^[b]examinanda.]: Eckige Klammer von Leibniz.

1–4 $s : p \sim (1) ML : AB$, $(2) AB : ML$, (a) quia (b) . Cumque duae quaelibet chordae tensae (c) vel (d) seu (aa) chordarum aequalium similiter tensarum (bb) chordae ejusdem [...] composita ratio[n]e (aaa) ex directa $(aaaa)$ cho $(bbbb)$ restit[ut]arum chordarum $(aaaaa)$ (*suis*) $(bbbb)$ solis tensionibus $(aaaaa-a)$ (*jis*) $(bbbb-b)$ istis differentium, et reciproca (bbb) restitutio[n]um quas | duae chordae erg. Hrsg. | haberent si [...] ipsarum tensionum. $L = 6$ $AB : ML$ | inter se gestr. | compositae $L = 13$ f. est (1) si p (2) ess (3) vibrationem BAQ [...] esse aequales, (a) chordarum (b) chordae $L = 15$ chordarum erg. Hrsg. 16f. infra. [11 r^o] (1) Cum (2) Porro cum $L = 19$ f. considerari | (1) et (2) nam crassities [...] rem pertinent erg. | (1) Et (2) Dueae autem quaelibet chordae ejusdem materiae et crassitie continuata tensione (a) venient (b) tensae considerari possunt ut ejusdem chordae tensae diversi status. erg. u. gestr. |) hinc $L = 20$ –S. 47.1 tensae (1) pulsanturque (2) AB , LM pulsanturque L

7f. verum [...] ejusdem: Am Rand von Bl. 11 r^o verfasst. 11 demonstrabimus infra: N. 85, S. 63.5–7.
12 infra demonstrabimus: N. 85, S. 63.10–17. 16 infra: S. 49.6–11 (gestr. Text) und N. 84, S. 53.8–12.

que ad tensionem novam, erunt tempora restitutionum a tensione nova ad priorem inter se in ratione composita ex ratione restitutionum duarum chordarum similium aequaliumque iisdem tensionibus quas duae datae habent praeditarum; et ratione ipsarum longitudinum *AB*, *LM* quas chordae datae habent, seu duarum chordarum tensarum ejusdem 5 materiae vibrationes sunt inter se in composita ratione longitudinum quas habent, et vibrationum quas haberent si sola tensione different. Vibrations intelligo tempora vibrationum sive restitutionum a pulsatione ad tensionem priorem. Idem est verum tam de restitutionibus omnimodis quam [de] vibrationibus.

Colligimus etiam: chordas duas solis tensionibus seu ponderibus sustentantibus differentes easdem habere vibrationum rationes quas aliae duae chordae iisdem solis tensionibus differentes.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Ut enim in praecedenti ratione si *p* expressit rationem vibrationum duarum chordarum sola tensione differentium[,] assumta *BAS* sectione ipsius *BAQ* minoris, ut esset *BAS* similis et aequalis ipsi [RLP], 15 ita potuissemus circumdare ipsi majori *ML* aliam chordam crassiorem *MLW* ipsi *BAQ* similem, cuius ipsa esset sectio atque ita eadem esset ratiocinatio quae ante[,] ipsis *s. p* significantibus non amplius vibrationes seu restitutions chordarum pulsatarum tensione sola differentium *BAS*, *RLP* sed tensiones chordarum *BAQ*, *RLW*.

Producatur enim chorda *BAS* usque in *H*, ut sit *HBA* aequ. *MRL*, et chordae 20 *HAS*, *MLP* sola tensione [diferant], ajo earum vibrationes esse inter se ut sunt vibrationes chordarum *BAS*, *RLP* inter se. Nam vibr. *BAS* : vibr. *HAS* :: *HA* : *BA*. Jam *HA* : *BA* :: *ML* : *RL*, et *ML* : *RL* :: vibr. *RLP* : vibr. *LMP*. Ergo vibr. *BAS* : vibr.

1 erunt (1) res (2) tempora restitutionum *L* 2 inter (1) se in directa (2) se in
 (a) compo (b) ratione composita ex ratione (aa) restitutionis (bb) restitutionum *L*
 4 et | in reciproca gestr. | ratione *L* 5 chordarum (1) tensionum (2) tensarum *L*
 6–9 se (1) in (2) ut (3) in composita ratione (a) ex vibr (b) ex directa vibrationum
 quas haberent si sola tensione different, et reciproca longitudinum (c) longitudi-
 num | quas habent erg. |, et vibrationum [...] tempora vibrationum | sive restitutions [...]
 tensionem priorem. erg. | Idem est [...] omnimodis quam | de erg. Hrsg. | vibrationibus. *L* 10f. etiam
 (1) hinc (2) : chordas (a) te (b) duas (aa) sola tensione (bb) solis tensionibus seu pon-
 deribus sustentantibus *L* 11 habere (1) vibrationes (2) vibrationum rationes *L*
 12 solis erg. *L* 15f. differentium (1) ita pos (2) quia (3) assumta *BAS* sectione ipsius *BAQ*
 | minoris erg. |, ut esset [...] aequalis ipsi | *RLT* ändert Hrsg. |, ita potuissemus *L* 16 chordam
 (1), (2) crassiorem | *MLW* ipsi *BAQ* similem, erg. | cuius *L* 17 ita (1) chorda (2) eadem esset
 ratiocinatio (a) et (b) et (c) tun (d) quae ante *L* 20 enim erg. *L* 20 *MRL*, (1) eritque (2) et
 chordae *L* 21 different *L* ändert Hrsg. 21 ajo (1) eorum (2) earum *L* 22 *HA* : *BA*
 (1) seu (2). Jam *L*

HAS :: vibr. *RLP* : vibr. *LMP*, et permutando, vibr. *BAS* : vibr. *RLP* :: vibr. *HAS* : vibr. *MLP*. Q.E.D.

Haec omnia vera sunt sive de omnimodis dimissionibus sive de vibrationibus chordarum tensarum pulsatarum iterumque ad priorem tensionem [dimissarum] loquamur.
5 [11 v°]

Omnes chordae ejusdem materiae si omnino dimittantur sintque post restituciones longitudine aequales, restituentur eodem tempore. Nam dimittantur[,] tunc restituentur vel ad crassitiem eandem vel ad diversam; si ad eadem, utique nullo modo differunt et earum tensarum status sunt ut ejusdem chordae tensiones diversae. Si ad crassitiem diversam, sumatur pars utrobique; et vis eadem redibit, quia crassities nil facit ad tempus.
10

Praevideri autem potest an [longitudine] aequales post reductionem futurae sint, si scilicet pondera tendentia sint in ratione composita crassitierum duplicatarum et longitudinum. Generaliter duarum chordarum tensarum pondera tendentia sunt in composita ratione ex ratione simplici longitudinum naturalium, et simplici longitudinum acquisitarum, et duplicata crassitierum. Sed hoc obiter posset accuratissime definiri ex praecedentibus, diligentiusque discutiendum est. Notandum quod duae quaelibet chordae ejusdem materiae et crassitiei tensae[,] ad eundem statum pervenient et quaelibet earum habet aliquem sui statum per omnia similem

1f. *RLP* :: vibr. (1) *BAS* (2) *HAS* : (a) | vib. erg. | *MLP* (b) vibr. *MLP*. L 2f. Q.E.D. (1) Hoc unum ergo superest (2) Haec omnia vera sunt *L* 4 dimissionem *L ändert Hrsg.* 6f. sintque post restituciones longitudine aequales erg. *L* 7–12 tempore. (1) Nam cum crassities nihil ad rem faciat, duae differentis crassitudinis reducantur ad duas (a) easdem (b) crassitudinis (c), quarum crassities sint inter se invicem (aa) ut longitud (bb) in (aaa) su (bbb) duplicata reciproca longitudinum. Ergo tensiones erunt ut longitudines. (2) Nam dimittantur | tunc erg. | restituentur vel [...] modo differunt (a) adeoque sunt | ut *streicht Hrsg.* | ejusdem (b) nisi tensiones sunt, (c) ni (d) et (aa) sunt (bb) earum tensarum [...] ad tempus. (aaa) Praevideri autem potest an longitu (bbb) Praevideri autem potest an | longitudinem ändert Hrsg. | aequales | post reductionem erg. | futurae sint, *L* 13f. longitudinum. | Si pondera duarum chordarum tensarum sunt ut longitudines, (1) resti (2) omnino restitutae ad statum naturalem ne quidem crassitie differunt; et erunt velut diversi status tensionis ejusdem chordae. *gestr.* | (1) *Cra* (2) | Si crassities *streicht Hrsg.* | sint aequales (3) *Si* (4) Cumque generaliter (5) Generaliter *L* 15f. ex (1) rationum (2) ratione (a) directa longitudinum (b) simplici longitudinum naturalium, (aa) et longitudinum acquisitarum, et (bb) et (aaa) duplicata (bbb) simplici longitudinum (aaaa) naturalium, (bbbb) acquisitarum, *L* 18–S. 49.2 Notandum quod [...] chordae ejusdem (1) crassit (2) materiae et [...] statum pervenient (a) et considerari possunt (b) et quaelibet [...] longitudinibus earum (aa) ante (bb) naturalibus reciprocae. [...] accuratius discutiendum. erg. *L*

cuilibet statui alterius, continuata scilicet tensione[,] sumtis scilicet tensionibus quae sint longitudinibus earum naturalibus reciprocae. Hoc etiam accuratius discutiendum.

Illud nobis superest definiendum[:] quomodo duarum chordarum solis tensionibus differentium vibrationes sint inter se.

[*Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.*]

5

Nam si tempora vibrationum essent tensionibus reciproca, forent chordae unius magis minusque tensae vibrationes isochronae, ut supra ostendimus, quod est absurdum; si sint chordarum sola tensione differentium tensiones in duplicita vibrationum tunc fient: $s : p :: \sqrt{AB} : \sqrt{ML}$, quem ipsius $s : p$ valorem substituendo in $s : p \sim ML : AB$, fiet: $\sqrt{ML} : \sqrt{AB}$, id est tempus vibrationis chordae AB est ad tempus vibrationis chordae LM , ut \sqrt{ML} ad \sqrt{AB} , seu ut 2 ad 1. Itaque superest [ut] videamus an verum sit 10 duarum chordarum sola tensione differentium tempora vibrandi esse in subduplicata tensionum.

6 Nam si (1) te (2) vibrationes (3) tempora vibrationum (a) sunt tensionibus reciprocae (b) essent tensionibus reciproca, (aa) erunt (bb) forent (aaa) duae (bbb) duarum (ccc) chordae (ddd) chordae unius L 7 ut supra ostendimus, erg. L 7f. si sint (1) in (a) duplicita ratio (b) subduplicata (c) reciproca (aa) tens (bb) tensionis (2) in duplicita vibrationum (aa) fient $s : p :: (bb)$ fient (3) diversae (4) chordae diversimodae tensae vibrationes quae sunt: $s : pa \sim ML : AB$ (5) chordarum sola [...] $s : p :: \sqrt{AB} : \sqrt{ML}$, L 9 substituendo (1), fiet: (2) in $s : p \sim ML : AB$, fiet: L 9 id est (1) vibratio (2) tempus vibrationis L 9f. ad (1) vibra (2) tempus vibrationis L 10 ut erg. Hrsg. 11 differentium (1) vibr (2) tempora vibrandi L

7 ut supra ostendimus: S. 44.12–45.9 (gestrichener Text) bzw. S. 46.12–16.

84. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA QUARTA

Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 12–13. Ein Bogen 4°. Vier meist einspaltig beschriebene Seiten. N. 84 setzt den Text von N. 83 fort. Am oberen Rand von Bl. 13 v° gestrichenes Satzfragment von Leibnizens Hand: *Sunt enim ut celeritates.* Die Textträger von N. 84 und N. 86 bildeten ursprünglich einen Folio-Bogen.

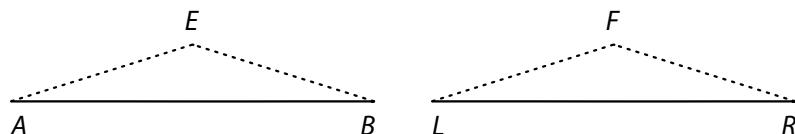
5

[12 r°]

Tentaminum de chordarum Tensione
Scheda 4^{ta} Xb. 1680

Cum motus chordarum se restituentium sit acceleratus, si ponerentur incrementa quo-
10 vis momento temporis esse eadem, ut in gravibus descendantibus, videndum quid sit futurum.

Sint duae chordae *AB* et *LR* aequales et similes et hoc uno differentes quod una magis tensa est quam altera et pulsantur ambae eodem modo, ita ut *AB* pulsata adducatur in *AEB* et *LR* pulsata in [*LFR*]. Cumque *AEB* congruat ipsi *LFR* omniaque convenientia-
15 praeter tempus, necesse est enim magis tensam celerius restitui; hinc ponatur tempus quo chorda minus tensa *AB* restituitur esse ut *HK* eique applicari spatia quolibet temporis



[Fig. 1]

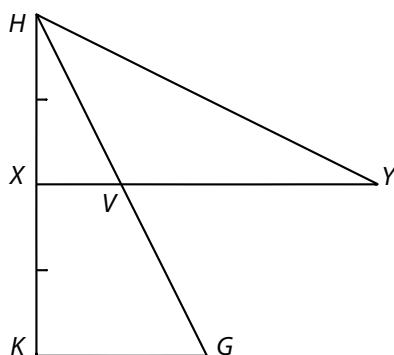
8f. 1680 (1) Superest igitur ut definiamus, quaenam (a) sint te (b) sit ratio (aa) vibra (bb) temporum quibus duae chordae similes et aequales, sed diverso modo tensae vibrant. Sane si (2) Chordae (a) po-
(b) cum (3) Cum motus chordarum *L* 10f. descendantibus, (1) manifeste forent tempora in ratione tensionum subduplicata, quod sic ostendo. (2) videndum quid sit futurum. *L* 12 *AB* et (1) *CD*
(2) *LR* *L* 13 ut *AB* (1) tensa (2) pulsata *L* 14 *AEB* et (1) *CD* (2) *LR* *L* 14 *CFD*
L ändert Hrsg. 14 ipsi (1) *CFD* (2) *LFR* *L* 15f. ponatur (1) chordae (2) tempus quo chorda
(a) magis tensa s (b) minus tensa *L*

16 ut *HK*: Siehe das Diagramm [Fig. 2] auf S. 52.[Fig. 1]: Die Saite *LR* hieß ursprünglich *CD*.

momento percursa, patet crescentes uniformiter celeritates acquisitas ex hypotesi, vel spatia ab aliquo puncto (ut *E*) quovis temporis momento successive percursa crescere ut rectas applicatas triangulo *HKG*, posito *KG* respondere ultimo percurso spatio, vel ultimae celeritati acquisitae[,] et area trianguli *HKG* respondebit toto spatio. Sit jam aliud triangulum *XY* pro chorda magis tensa *LR*, sitque [*HX*] tempus quo chorda *LR* pulsata redit[,] *XY* ultima celeritas quaesita seu ultimum spatium percursorum, triangulum *XY* totum spatium, cumque sit spatium utrobique idem, necesse est triangula *XY* et *HKG* esse aequalia. Ergo *HK* : *HX* :: *XY* : *KG*. Jam ipsa *HG* selectet ipsam *XY* in *V*. Patet *XV* esse celeritatem quam chorda tardior *AB* quaesivit, eo tempore *HX* quo chorda [celerior] *LR* absolvit suam restitutionem. Jam celeritates iisdem temporibus quaesitae a diversis chordis sola tensione differentibus, sunt [ut] ipsae tensiones seu pondera chordis appensa. Ergo *XV* : *XY* :: tens. *AB* : tens. *LR*. Jam et *HX* : *HK* :: *XV* : *KG* et per sup. :: *KG* : *XY*. Ergo *KG* media proport. inter *XV*, *XY*. Jam *XV* quad. : *KG* quad. :: *HX* quad. : *HK* quad. Ergo *XV* : *XY* :: *HX* quad. : *HK* quad. : *XV, XY*

Seu pondera vel tensiones in duplicata ratione vibrationum reciproce. Seu duarum chordarum aequalium et similium sed diversis ponderibus tensarum tempora vibrationum esse in subduplicata ratione ponderum reciproce. Nam quid de puncto *E* vel *F* dicitur, de aliquo quocunque dici potest.

1 acquisitas erg. *L* 2 vel erg. *L* 2 punto (1) ut *E* (2) (ut *E*) [...] momento successive *L*
 3 posito *KG* (1) esse | ut erg. | ultimum percursorum spatium, (2) respondere ultimo percurso spatio, *L*
 4 et area [...] toto spatio erg. *L* 5 pro chorda (1) | tensa, streicht Hrsg. | (2) magis tensa *LR*, *L*
 5 *VX* *L* ändert Hrsg. 6 chorda *LR* (1) restituitur (2) pulsata redit (a) jamque sint impetus
 impressi semper dupli (b) *XY* ultima celeritas quaesita *L* 7 idem, (1) seu cum (2) necesse est *L*
 8-15 esse (1) aequalia, est autem *XY* duplum ipsius *KG*, quia (2) | ad *KG* streicht Hrsg. | ut tensio
 nempe impetus ultimus acquisitus unus | ad erg. | alterum, ut impetus primi seu ut tensiones ob
 incrementa proportionalia. (a) Ergo (aa) cum (bb) necesse est (b) Et ut (c) Ergo sequeretur tempora
 restitutionum esse ut tensiones reciproce. (3) aequalia. Ergo *HK* : *HX* :: *XY* : *KG*. (a) Jam quo
 tempore, nempe *HX* (b) Jam ipsa *HG* [...] quam chorda (aa) quaesivit (bb) tardior *AB* [...] *HX* quo
 (aaa) *XY* (bbb) chorda | celior ändert Hrsg. | *LR* absolvit (aaaa) suum (bbbb) suam restitutionem. [...] differentibus, sunt | ut erg. Hrsg. | ipsae tensiones [...] Ergo *KG* media (aaaaa) inter (bbbbbb) proport.
 inter *XV*, *XY*. (aaaaa-a) Ergo (bbbbbb-b) Jam *XV* quad. [...] Ergo *XV* : *XY* :: *HX* quad. : *HK* quad.
 (aaaaaa-aa) | Seu streicht Hrsg. | (bbbbbb-bb) Seu pondera (cccc-cc) Seu pondera [...] vibrationum reciproce. *L* 16f. tensorum (1) habere (2) tempora (a) restitutionum (b) vibrationum (aa) ut pondera (bb) esse in [...] ponderum reciproce. *L*



[Fig. 2]

His jam positis[,] circa duos ejusdem chordae diversis gradibus tensae status et in singulis vibrationes ita ratiocinabimur. Sit corda tensa BAQ , eadem tendatur ulterius in PLM . Longitudo prius erat BA , nunc est ML . Unde erit: $BA : LM :: LP$ quadr. : AQ quadr. In ipsa ML sumatur LR aequ. BA et in chorda BAQ assumatur cylinder 5 BAS per omnia aequalis et similis chordae RLP . Habemus duas chordas BAS et RLP sola tensione differentes. Tempus quo chorda BAS per se pulsata restituitur[,] sit s , et tempus quo altera RLP restitueretur per se pulsata[,] sit p . Ratiocinatio igitur talis prodibit; modo notetur me hic tempus vibrandi vocare vibrationem. [12 v°] Vibratio BAS : vibratio $RLP :: s : p$ ex hypothesi. Jam vibratio BAS aequ. vibr. BAQ , quia 10 crassities non variat tempus vibrandi; ergo vibr. BAQ : vibr. $RLP :: s : p$.

Porro vibr. RLP : vibr. $MLP :: RL : ML$, quia tempora quibus vibrantur vel restituuntur duae chordae similes aequae tensae sola longitudine differentes sunt ut longitudes[,] nempe brevior breviori tempore restituitur in ea ratione in qua brevior est, de quo supra.

1 status | , streicht Hrsg. | et L 2 ratiocinabimur. (1) Sint (2) Sit L 3 erit: (1) $AQ : LP$ (2) $BA : LM L$ 4 AQ quadr. (1) Sumatur (2) In ipsa ML (3) In ipsa ML sumatur L 5 Habemus duas chordas BAS et RLP gestr. u. wieder gültig gemacht L 6 chorda (1) AB (2) BAS (a) per se (b) pulsata (c) per se pulsata L 7 tempus (1) quo altera RLP (a) restitueretur (b) per se pulsata restituitur seu (aa) qua (bb) vibratur (2) quo altera [...] se pulsata L 9 ex hypothesi erg. L 10 ergo (1) BAQ (2) vibr. BAQ L

[Fig. 2]: Ein in L befindlicher, gestrichener Erstentwurf des Diagramms wird hier nicht wiedergegeben. 2f. Sit [...] PLM : Siehe das Diagramm [Fig. 1] in N. 83, S. 44. 10 crassities [...] vibrandi: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 223; 224 (Bd. II, Lyon 1670, S. 215b; 216a; 216b). 14 supra: N. 82, S. 40.11–41.9; N. 81, S. 33.11–17.

Ergo componendo erit vibr. $BAQ : \text{vibr. } MLP :: s : p \sim (RL : ML \text{ vel }) AB : ML$. Igitur chordae alicuius diversimode tensae vibrationes seu vibrandi tempora sunt inter se in composita ratione ex ratione tensionum seu ponderum seu longitudinum (haec enim coincidunt hoc casu ut supra ostensum est) et ratione temporum quibus duae aliae chordae his tensionibus praeditae, iisque solis differentes, vibrarentur. Quod etiam eodem modo supra jam probaveramus, et nunc repetere visum est. 5

Si ergo harum chordarum vibrationes essent reciproce ut tensiones, seu si $s : p :: ML : AB$, fiet vibr. $BAQ : \text{vibr. } MLP :: ML : AB \sim AB : ML$. Ergo fiet vibr. BAQ aequ. vibr. MLP . Quod est absurdum, eadem enim corda magis tensa utique vibrationes habet 10 celeriores. Itaque absurdum est, duarum chordarum sola tensione differentium tempora vibrandi esse ut tensiones reciproce.

Hinc patet si duarum chordarum sola tensione differentium tempora vibrandi essent in subduplicata ratione reciproca tensionum seu si sint pondera vel tensiones in duplicata ratione reciproca vibrationum ut paulo ante ex hypothesi fictitia incrementi uniformis tentavimus (seu si $s : p :: \sqrt{ML} : \sqrt{AB}$) tunc ut pagina praecedenti tentavimus, ejusdem chordae diversimode tensae tempora

$$13\text{--S. 54.1 Am Rand: } \sqrt{\frac{ML}{AB}}^{[a]} \text{ aequ. } \frac{s}{p} \sim \frac{AB}{ML}. \text{ Ergo } \frac{s}{p} \text{ aequ. } \sqrt{\frac{ML^3}{AB^3}}.$$

$$^{[a]} (1) \sqrt{\frac{AB}{ML}} \sim (2) \sqrt{\frac{ML}{AB}}$$

1 componendo (1) vibr. (2) erit vibr. L 2 alicuius erg. L 2f. seu vibrandi tempora erg. L 4 coincidunt (1) ut supra (2) hoc casu ut supra ostensum (a) est (b) est L 5f. chordae (1) iisd (2) sola te (3) iis (4) his tensionibus praeditae, iisque solis L 6f. Quod etiam [...] supra jam (1) potueramus et ja (2) probaveramus, et [...] visum est. erg. L 8 ergo | ut supra pagina praecedente tentavimus *gestr.* | harum L 10f. absurdum, (1) itaque (2) eadem enim [...] celeriores. Itaque L 12–14 reciproce. (1) Si essent (2) Hinc patet si (a) essent (b) duarum chordarum [...] vibrandi essent (aa), ut (bb) in subduplicata ratione reciproca tensionum L 14–16 seu si [...] ratione reciproca (1) tensionum (2) vibrationum ut (a) pagi (b) paulo ante [...] uniformis tentavimus erg. L 16–S. 54.1 tunc (1) fore (2) | ut pagina praecedenti tentavimus, erg. | ejusdem chordae [...] fore in (a) dupli (b) subduplicata L

4 supra: N. 82, S. 36.6–39.21. 6 supra: N. 83, S. 45.17–46.4. 15 paulo ante: S. 51.15–17.
15f. ex hypothesi fictitia: Siehe S. 50.9–11. 17 pagina praecedenti: Siehe S. 51.15–17.

vibrandi fore in subduplicata ratione tensionum. Nam si in ratione composita $s:p \sim AB : ML$ pro $s:p$ substituas $\sqrt{ML} : \sqrt{AB}$, fiet $\sqrt{ML} : \sqrt{AB} \sim AB : ML$, quod est $\sqrt{AB} : \sqrt{ML}$. Ergo vibr. BAQ :vibr. $MLP :: \sqrt{AB} : \sqrt{ML}$. Seu si chorda BAQ tensa pondere E , alio pondere quadruplo N extendatur in quadruplae longitudinis chordam MLP , ita ut LM sit quadrupla AB , erit $\sqrt{AB} : \sqrt{ML} :: 1 : 2$, adeoque chorda AB minus tensa tempore minori ut 1 absolveret vibrationem, quam magis tensa quae tempore ut 2. [13 r°] Quod est absurdum, itaque absurdum est duarum chordarum sola tensione differentium tempora vibrandi esse in ratione subduplicata reciproca tensionum. Quod mirum non est, quia id tentaminis solum causa secunda retro pagina ex 10 falsa hypothesi aequalis accelerationis duximus.

10 *Am Rand, durch ein gestr. Einfügungszeichen eingeleitet:* Unde^[a] patet quam male ratiocinati sint Beaunius^[b] apud Mersennum^[c] in *Phaenomenis Ballisticis* prop. 37 et cum Beaunio Cartesius^[d] in Epistola 84 Tomi III. Supponit^[e] enim Cartesius nullum errorem^[f] notabilem proditurum si incrementa ponantur semper proposita. Neque responsum est ab iis ad quaestionem a Mersenno propositam, sed ad aliam. Quaerebat^[g] enim Mersennus cur eadem chorda quadruplo pondere ad octavam usque tendenda sit. Aliud autem est eadem chordam ad octavam perduci, aliud est duas diversas chordas sola tensione differentes, octava^[h] distare[,] quia eadem chorda diversimode tensa a se ipsa non tantum [*Text bricht ab.*]

^[a] Unde (1) quam (2) patet quam L ^[b] Beaunius [...] prop. 37: M. MERSENNE, *Ballistica*, prop. 36 (Paris 1644, S. 132). Der Verweis auf prop. 37 ist irrtümlich. ^[c] Mersennum (1) in C (2) in *Phaenomenis Ballisticis* L ^[d] Cartesius (1) prop. (2) in (a) Epistolis Tomi III lettre (b) Epistola 84 Tomi III. L ^[e] Supponit [...] proposita: R. DESCARTES, Brief an M. Mersenne vom 30. April 1639 (*DL* III, Nr. 84, S. 483f.; *DO* II, Nr. 160, S. 534–536). ^[f] errorem (1) deprehendi si po (2) notabilem proditurum si incrementa ponantur L ^[g] Quaerebat [...] tendenda sit: Vgl. MERSENNE, *Ballistica*, prop. 36 (S. 128). ^[h] octava (1) differre (2) distare L

1f. si (1) pro (2) in ratione composita $s:p \sim AB : ML$ (a) pro (b) pro L 3–5 chorda (1) LM sit quad (2) BAQ tensa [...] sit quadrupla AB , L 6 tempore (1) dimidio absolveret (2) minori ut 1 absolveret L 9f. Quod mirum [...] solum causa (1) penultim (2) secunda retro [...] accelerationis duximus. erg. L

9 secunda [...] pagina: S. 51.15–17.

9f. ex falsa hypothesi: Siehe S. 50.9–11.

Si verum est quod ajunt experientia comprobari; chordae diversimode tensae tempora vibrandi esse in ratione reciproca duplicata tensionum seu longitudinum seu ponderum, idque circiter, seu chordam *BAQ* longitudine subquadruplam ejusdem chordae magis tensae *MLP* duplo tempore vibrationem absolvere, seu sonum edere duplo graviorem; sequitur: duarum chordarum sola tensione differentium tempora esse in ratione triplicata subduplicata reciproca tensionum, etiam circiter, quod ita ostendo: vibr. *BAQ* : vibr. *MLP* :: $\sqrt{ML} : \sqrt{AB}$ per suppositionem experimenti supra dictam. At vibr. *BAQ* : vibr. *MLP* :: *s* : *p.* ~ *AB* : *ML*. Ergo *s* : *p.* ~ *AB* : *ML* :: $\sqrt{ML} : AB$. Ergo *s* : *p.* :: *ML* : *AB*. ~ $\sqrt{ML} : AB$. Seu *s* : *p.* :: $\sqrt{ML^3} : \sqrt{AB^3}$. Seu *ss* : *pp* :: *ML³* : *AB³*. Seu quadrata temporum quibus chordae sola tensione differentes restituuntur, erunt in ratione [reciproca] tensionum (seu hoc loco ponderum sustentantium) triplicata etiam circiter. Sed quia experimentis inveniri non potest exacta proportio; hinc qualis ea sit postea subtiliori quam in hoc tentamine adhibere opus duximus, ratiocinandi genere erit definiendum.

5

Nunc de omnimodis restitutionibus quaedam accuratius constituamus, antequam pergamus ad vibrationes. Nimirum a me inventum est temporibus restitutionum existentibus instar angulorum celeritates conceptas [seu] spatia singulis momentis percursa, esse ut sinus. Ergo describatur linea sinuum, jam apud autores celebris, et hujus ope

15

1–3 comprobari; (1) duarum chor (2) tensionum ejusdem (3) chordae diversimode tensae (a) vibrationes (b) tempora vibrandi [...] duplicata tensionum (aa), circiter, (bb) seu chordam *BA* circiter, (cc) seu longitudinem [...] seu chordam *BAQ* *L* 4 tempore (1) restitu (2) vibrationem *L* 10 $\sqrt{AB^3}$. Seu (1) *s*² (2) *ss* *L* 10f. chordae (1) tensae (2) sola tensione differentes *L* 11 reciproca erg. Hrsg. 12 (seu (1) ponderum sustentantium hoc loco) (2) hoc loco ponderum sustentantium) *L* 13 quia (1) experimentum (2) experimentis *L* 13 proportio; (1) tunc (2) hinc *L* 14 postea (1) accuratiore qua (2) subtiliori quam *L* 14 tentamine (1) adhibuimus, (2) adhibere opus duximus, *L* 16f. Nunc de omnimodis (1) ratiocina (2) restitutionibus quaedam [...] ad vibrationes. erg. *L* 17 restitutionum erg. *L* 18 celeritates conceptas erg. *L* 18 seu erg. Hrsg.

1 quod ajunt: Es ist nicht ersichtlich, auf wen Leibniz hier anspielt. 3 circiter: Doppelt unterstrichen. 7 circiter: Doppelt unterstrichen. 8 supra: S. 53.13–54.1; 51.15–17. 12f. circiter: Doppelt unterstrichen. 14 postea: Siehe N. 86. 17 inventum est: Siehe N. 9, S. 74.2–13; 77.7–79.1. 19 apud autores: In einer 1673 verfassten Studie, in der Leibniz auf fremde Untersuchungen über die trigonometrischen Kurven Bezug nimmt, erwähnt er als Autoren, *qui de cycloide scripsere*, ausdrücklich: E. Torricelli, B. Pascal, H. Fabri, A. de Lalouvère und insbesondere J. Wallis. Siehe *LSB*, VII, 4 N. 391, S. 620.30–621.2.

solvi poterit Problema de restitutionibus duarum chordarum sola tensione differentium.
[13 v^o]

Centro β , radio $\alpha\beta$ vel $\gamma\beta$, sit quadrans circuli $\alpha\beta\gamma\xi\alpha$. Sumatur in eo arcus $\alpha\xi$ cuius sinus $\delta\xi$, et ei aequalis $\alpha\pi$ in tangente verticis $\alpha\nu$ sumta[,] ipsi applicetur $\pi\xi\mu$ aequalis arcui $\alpha\xi$, idemque fiat ubique donec ipsi maximo sinui $\alpha\nu$ applicetur $v\theta$ aequalis arcui quadrantis, nempe ipsi $\alpha\xi\gamma$. Erit ipsa $\alpha\mu\theta$ linea sinuum arcubus applicatorum, nam si ex μ demittas applicatam $\phi\mu$ in $\alpha\beta$, tunc posito abscissas $\alpha\phi$ esse arcus, applicatae $\phi\mu$ erunt sinus. Erunt ergo in nostro casu, per alibi demonstrata, arcus $\alpha\phi$ ut tempora et sinus $\phi\mu$ ut [celeritates] acquisitae seu spatiorum quae percurruntur incrementa. Prorsus 10 ut supra in triangulo ratiocinabamur, fingendo celeritates acquisitas esse temporibus proportionales, itaque $\phi\mu$ etc. usque ad $\epsilon\theta$ existentibus ut spatiorum incrementa, erunt $\alpha\phi\mu\alpha$ et $\alpha\epsilon\theta\alpha$ ut ipsa spatia.

Jam in $\alpha\beta$ sumatur alia, $\nu\alpha$ ut $\alpha\phi$, et radiis $\alpha\phi$, $\phi\psi$ describatur quadrans $\alpha\phi\psi\alpha$ cuius figura sinuum sit $\alpha\lambda z\Omega\alpha$ eritque $\alpha\lambda$ aequalis quadrantis arcui $\alpha\psi$, adeoque $\alpha\lambda$ ad $\alpha\epsilon$ (seu quadrantis arcum $\alpha\xi\gamma$) ut radii, seu ut $\alpha\phi$ ad $\alpha\beta$, at λz erit (aequ. $\phi\psi$ seu) aequalis $\alpha\phi$. Est autem figura sinuum $\alpha\lambda z\omega\alpha$ aequalis quadrato radii $\alpha\phi$. Et figura sinuum $\alpha\epsilon\theta\mu\alpha$ aequalis quadrato radii $\alpha\beta$. Ergo figurae sinuum sunt in duplicata radiorum.

Jam loco figurae sinuum minoris sumamus aliam figuram applicatas habentem proportionales $\alpha\lambda\Omega\rho\alpha$, ita ut sit $\lambda z : \lambda\Omega :: \phi\omega : \phi\rho$, sitque figura sinuum minor producta $\alpha\lambda\Omega\rho\alpha$ aequalis figurae sinuum majori $\alpha\epsilon\theta\mu\alpha$, ideo debet esse $\lambda\Omega$ ad λz ut figura sinuum major ad minorem seu in duplicata radiorum, et $\lambda\Omega$ secabit lineam sinuum $\alpha\mu\theta$ in Π :

1 de restitutionibus [...] tensione differentium erg. L 3 radio $\alpha\beta$ vel $\gamma\beta$, erg. L 4 ei aequalis
 (1) et parallela $\alpha\xi$, ita ut (2) $\alpha\pi$ in tangente verticis $\alpha\nu$ L 6 quadrantis, (1) nempe (2) $\alpha\xi\gamma$ (3) nempe ipsi $\alpha\xi\gamma$. L 7 applicatam (1) $\mu\lambda$ (2) $\phi\mu$ L 7 abscissas (1) $\alpha\beta$ (2) $\alpha\phi$ L 7 applicatae (1) $\lambda\mu$ (2) $\phi\mu$ L 8f. demonstrata, (1) ipsae $\alpha\lambda$ ut tempus, (2) arcus (a) $\alpha\lambda$ (b) $\alpha\phi$ ut tempora et sinus (aa) $\lambda\mu$ (bb) $\phi\mu$ ut | celeritas ändert Hrsg. | acquisitae L 11f. itaque (1) $\lambda\mu$, $\epsilon\theta$ (2) $\phi\mu$ etc. usque ad $\epsilon\theta$ existentibus (a) spatiorum incrementis (b) ut spatiorum incrementa, erunt (aa) $\alpha\lambda\mu\alpha$ (bb) $\alpha\phi\mu\alpha$ L 13 sumatur (1) $\alpha\lambda$ (2) alia (a) linea sinuum (b), $\nu\alpha$ ut L 14 quadrantis erg. L 15 (seu (1) arcum (2) quadrantis arcum L 15 ad $\alpha\beta$, (1) et (2) at L 17 duplicata (1) quadra- (2) radiorum. L 18 minoris erg. L 18f. figuram (1) ei pro (2) applicatas habentem proportionales L 19 sinuum minor producta erg. L 20 ideo erg. L 21 et $\lambda\Omega$ secabit [...] $\alpha\mu\theta$ in Π erg. L

3 Centro β : Siehe [Fig. 3a] auf S. 58.
Siehe das Diagramm [Fig. 2] auf S. 52.

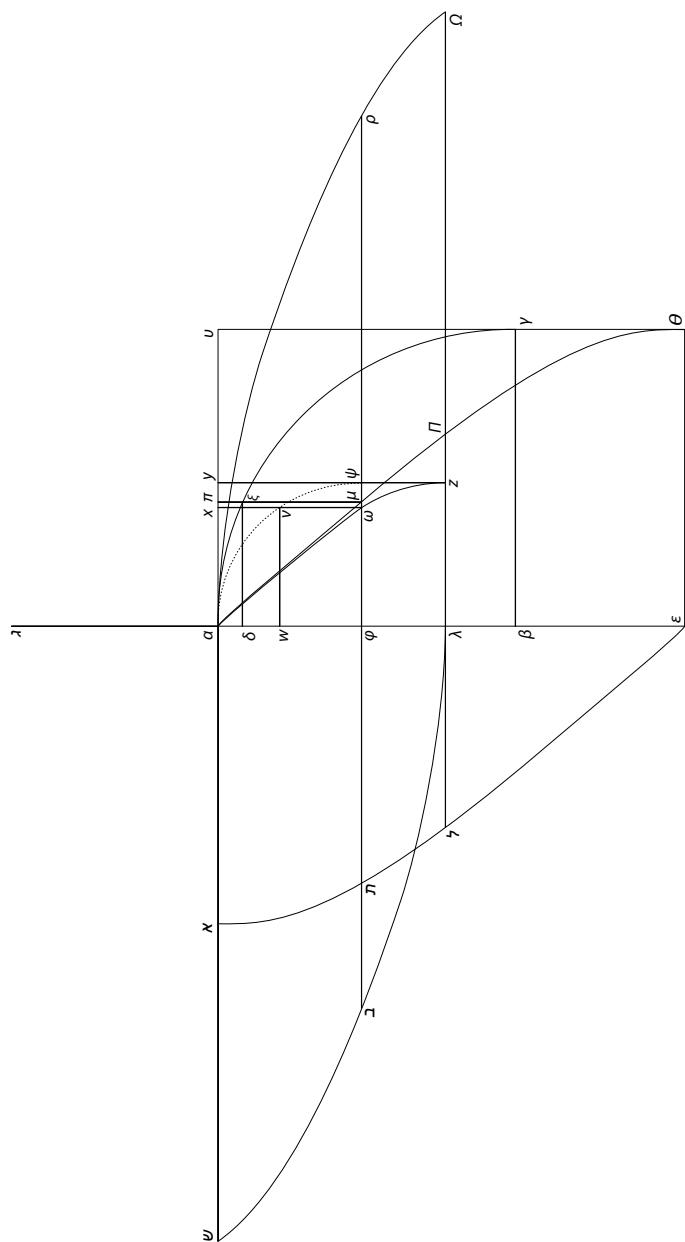
8 alibi: N. 9, S. 74.2–13 und 77.7–79.1.

10 supra:

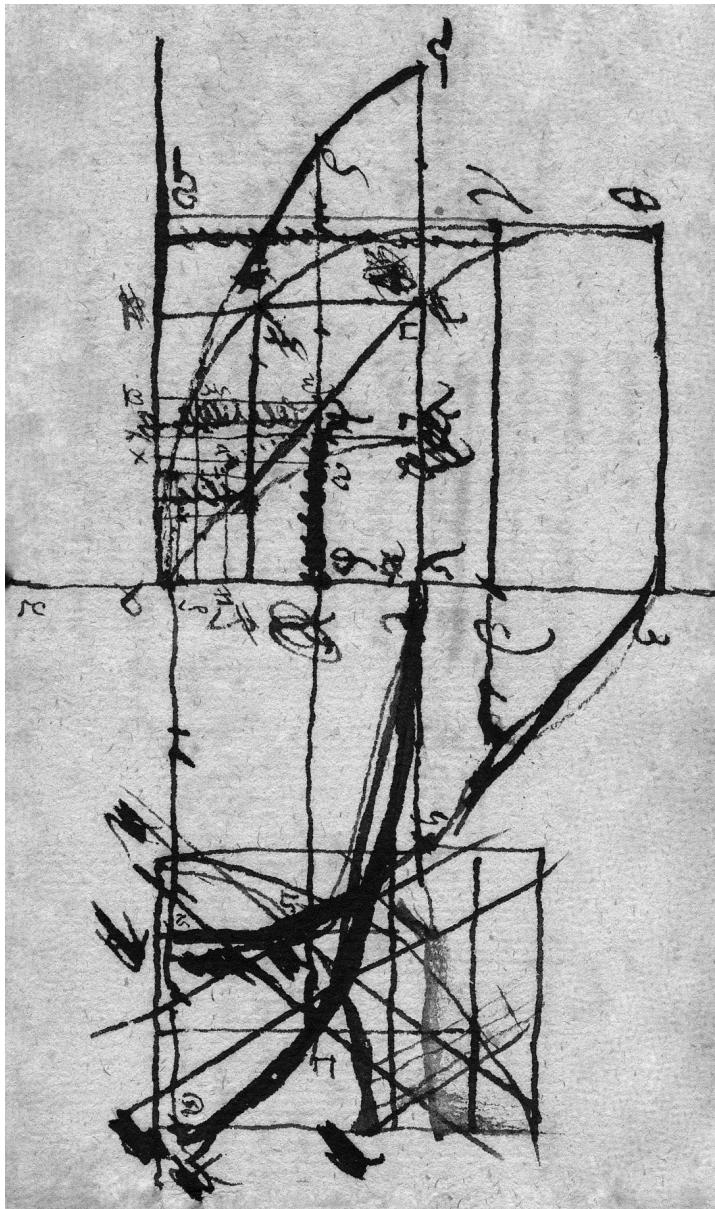
Hinc si $\alpha\lambda$ sit tempus quo celerior chorda restituitur, et $\alpha\phi$ et $\alpha\lambda$ ut partes temporis, erunt $\phi\rho$ et $\lambda\Omega$ ut celeritates acquisitae seu spatiorum decursorum incrementa (quia temporibus existentibus ut arcus $\alpha\phi$ (vel $\alpha\nu$), $\alpha\lambda$ (vel $\alpha\psi$), sunt ut sinus $\phi\omega$, λz). Ergo tota area figurae $\alpha\lambda\Omega\rho\alpha$ erit ut spatium, et ut spatia quae inaequalibus temporibus decurrunt a chordis aequalia sunt[,] ita et $\alpha\lambda\Omega\rho\alpha$ erit aequ. $\alpha\epsilon\theta\mu\alpha$. 5

1 si (1) $\{\alpha\phi\}$ (2) $\alpha\lambda L$ 1f. chorda (1) restit (2) vibratur (3) restituitur, (a) ϕ et (b) et $\alpha\phi$ (c) et $\alpha\phi$, $\alpha\lambda$ ut (d) et $\alpha\phi$ et $\alpha\lambda$ ut (aa) pars (bb) partes temporis, (aaa) erit (bbb) erunt $\phi\rho$ et (aaaa) aliae (bbbb) $\lambda\omega$ (cccc) $\lambda\Omega L$ 2 spatiorum (1) incremen (2) decurso (3) quae (4) decursorum incrementa L 3 arcus (1) $\alpha\phi$, $\alpha\lambda$ (2) $\alpha\phi$ (vel $\alpha\nu$), $\alpha\lambda$ (vel $\alpha\psi$), L 4 spatium, (1) utque (2) et ut L 5 sunt erg. L 5 erit erg. L 5 $\alpha\epsilon\theta\mu\alpha$. | Ipsae autem $\lambda\mu$, $\lambda\omega$ inter se erunt ut impetus seu tensiones gestr. | L

3 sunt [...] $\phi\omega$, λz : Als Subjekt sind *celeritates acquisitae seu spatiorum incrementa* zu verstehen. [Fig. 3a] auf S. 58: Die Wiedergabe des Diagramms folgt möglichst getreu der Beschreibung in N. 84 und 85. Die Stellung des Punktes P entspricht jedoch nicht den Anweisungen auf S. 62.7–8, da sich die Kosinuskurve $\kappa\pi\lambda\epsilon$ sonst nicht angemessen zeichnen ließe. Leibniz hat das Diagramm indessen frei und nicht maßgetreu gezeichnet (vgl. die Abbildung [Fig. 3b] auf S. 59). Ein erster Entwurf zum Diagramm (vgl. [Fig. 3b]) ist in [Fig. 3a] nicht berücksichtigt.



[Fig. 3a]



[Fig. 3b]

85. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA QUINTA

10. (20.) Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 14–15. Ein Bogen 4°. Vier einspaltig beschriebene Seiten. N. 85 setzt den Text von 84 fort.

[14 r°]

5 Tentaminum de Chordarum Tensione scheda 5^{ta} 10 Xb. 1680

Ex schemate praecedenti patet comparatio duarum chordarum sola tensione differentium ratione temporum quibus differunt, spatiorum quae percurrunt et celeritatum quas acquirunt quovis temporis momento; sed illud superest ut jam investigemus data temporum ratione, quae sit ratio tensionum vel contra. Tensiones autem variant impetus 10 singulis momentis impressos; sunt autem impetus novi, qui singulis momentis accedunt, ut sinus complementi. Nempe momentis ut ϕ , tempora insumta sunt proportionalia ipsis arcibus ut $\alpha\phi$, spatia percursa ipsis figuris sinuum $\alpha\phi\mu\alpha$ et $\alpha\phi\rho\alpha$. Habentur autem harum figurarum quadraturae, est enim rectang. $v\alpha\delta$ aequ. figurae sin. $\alpha\phi\mu\alpha$ et (posito $\alpha\phi\psi y$ quadrato) erit $y\alpha w$ aequ. $\alpha\phi\omega\alpha$, unde et datur $\alpha\phi\rho\alpha$. Spatiorum autem incrementa seu spatia quovis momento percursa [sunt proportionalia] sinibus vel quasi sinibus $\phi\mu$ (vel $\delta\xi$) et $\phi\rho$ (: loco $\phi\omega$ vel $w\nu$ ob productionem figurae[,]) sunt enim $\phi\rho$ ut $\phi\omega$ seu ut sinus, unde ipsas $\phi\rho$ appello quasi sinus :). Eadem spatiorum incrementa sunt etiam proportionalia celeritatibus quovis momento acquisitis. Itaque momentis ϕ aut λ ,

7 ratione (1) temporis (2) temporum *L* 7 et (1) impetum quos (2) celeritatum quas *L* 11f. complementi. (1) Nempe momentis ϕ , (a) spatia (b) tempus insumtum utrobique est $\alpha\phi$, imp (2) Nempe momentis ut ϕ , (a) et (b) tempora insumta (aa) sunt (bb) respondent (cc) sunt proportionalia ipsis arcibus ut $\alpha\phi$, *L* 12–14 $\alpha\phi\rho\alpha$. (1) Sunt autem (2) Habentur autem harum figurarum quadraturae, (a) sunt enim (b) est enim rectang. $v\alpha\delta$ aequ. (aa) figuris (bb) figurae sin. $\alpha\phi\mu\alpha$ [...] quadrato) erit (aaa) rectang. $y\alpha$ (bbb) $y\alpha w$ aequ. $\alpha\phi\omega\alpha$, unde et datur $\alpha\phi\rho\alpha$. *L* 14 autem erg. *L* 15f. percursa | sunt proportionalia erg. Hrsg. | sinibus (1) $\phi\omega$ (2) | vel quasi sinibus erg. | $\phi\mu$ *L* 16f. ob (1) multiplicationem (2) productionem figurae (a)) (b) est (c) sunt enim [...] sinus, unde (aa) $\phi\rho$ appello (bb) ipsas $\phi\rho$ appello quasi sinus :). (aaa) Impe (bbb) Eadem (aaaa) sunt (bbb) spatiorum incrementa sunt *L* 18 proportionalia (1) incrementis (2) spatiorum (3) celeritatum (4) celeritatibus (a) quo (b) quovis *L* 18 Itaque | Itaque streicht Hrsg. | (1) tempor (2) momentis ϕ (a) et (b) aut λ , *L*

6 schemate praecedenti: Siehe N. 84, S. 58, [Fig. 3a]. 9–11 Tensiones [...] complementi: Ähnlicher Ansatz wie in N. 9, S. 73.14–74.1.

celeritates quae sitae a chorda tardiore erunt $\phi\mu$ aut $\lambda\pi$, quae sitae a celeriore seu magis tensa erunt $\phi\rho$ aut $\lambda\Omega$. Impetus ergo novi acquisiti quovis momento[,] seu incrementa celeritatum, erunt in chorda tardiore ut differentiolae ipsarum $\phi\mu$ seu sinuum[,] et in celeriore ut differentiolae ipsarum $\phi\rho$ seu quasi sinuum. Scimus autem differentias sinuum si arcus sint aequales[,] seu sinuum $\phi\mu$ (seu $\delta\xi$) arcubus $\alpha\phi$ (vel $\alpha\xi$) applicatorum[,] esse 5 ut sinus complementi $\beta\delta$. Eodem modo differentiae sinuum ut $\phi\omega$ (seu $w\nu$) arcubus $\alpha\phi$ (seu $\alpha\nu$) applicatorum erunt ut sinus complementi $\phi\omega$. Cumque quasi sinus $\phi\rho$ sint ad sinus $\phi\omega$ in ratione $\lambda\Omega$ ad λz , etiam differentiae quasi sinuum erunt ad [14 v^o] differentias sinuum (quibus sinus complementi $\phi\omega$ respondent[]), ut $\lambda\Omega$ ad λz . Itaque sumatur $\phi\alpha : \phi\omega :: \lambda\Omega : \lambda z$, erunt quasi sinus complementi $\phi\alpha$ ut incrementa quasi sinuum, vel ut 10 incrementa celeritatum, seu ut impetus novi. Et ut est $\beta\delta$ ad $\phi\alpha$ ita erit impetus novus chordae tardiori in momento ϕ impressus, ad impetum novum chordae celeriori eodem momento ϕ impressum.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

Quoniam autem impetus qui chordae imprimitur in progressu motus momento ϕ , est ad impetum impressum ab initio seu tensionem, ut spatium totum percurrentum est ad spatium percurrentum residuum. Manifestum est diversis chordis inter se allatis rationes impetuum $\phi\delta : \phi\alpha$ aliquo momento ut ϕ impressorum componi tum ex rationibus spatiorum percurrentorum $\mu\phi\epsilon\theta\mu : \rho\phi\lambda\Omega$, tum ex rationibus tensionum, hinc fiet: tens. min. : tens. maj. :: $\beta\delta : \phi\alpha \sim \rho\phi\lambda\Omega : \mu\phi\epsilon\theta\mu$. 15

1 erunt $\phi\mu$ (1) vel (2) aut $\lambda\pi$, L 2 seu (1) differen (2) incrementa L 3 tardiore ut (1) differentiae (2) differentiolae L 3 seu sinuum erg. L 4 seu quasi sinuum erg. L 4–6 autem (1) esse ut sinus (a) versus (b) complementi (2) differentias sinuum, [...] aequales (a) esse ut sinus complementi (b) seu sinuum (aa) $\phi\omega$ (bb) $\phi\mu$ (seu $\delta\xi$) arcubus | $\alpha\phi$ (vel $\alpha\xi$) erg. | applicatorum esse ut sinus complementi (aaa) $\beta\delta$. (bbb) $\beta\gamma$. (ccc) $\beta\delta$. (aaaa) Ergo qua (bbbb) Eodem modo L 7 complementi $\phi\omega$. (1) Et qua (2) Cumque quasi sinus (a) $\phi\rho$ sint ad (b) $\phi\rho$ sint ad L 8 differentiae (1) erunt (2) quasi sinuum erunt L 8f. ad [14 v^o] (1) differentiis sinuum respondentes (2) differentias sinuum (a) ut (b) (quibus sinus complementi | $\phi\omega$ erg. | respondent, ut L 9–11 sumatur (1) $\alpha\alpha : \alpha\delta$ (2) $\phi\alpha : \phi\omega :: \lambda\Omega : \lambda z$, (a) et similiter $\alpha\beta : \alpha\phi :: \lambda\Omega : \lambda z$ (b) erunt (aa) $\alpha\alpha$, $\alpha\lambda$, et intermedii, | ut quasi sinuum $\phi\rho$, streicht Hrsg. | $\lambda\Omega$ et intermediorum, incrementa, seu ut incrementa celeritatum vel impetus novi. (bb) quasi sinus complementi (cc) quasi sinus [...] sinuum, vel | ut incrementa erg. | celeritatum, seu ut impetus novi. L 11 ita (1) erunt (2) erit impetus (a) novi (b) novus L 12 tardiori (1) absoluto tempore ut $\alpha\phi$ quae situs, ad impetum novum (2) in momento [...] impetum novum L 15 imprimitur (1) initi (2) in progressu motus (a) est ad impetum (b) tempore (c) momento ϕ , est ad impetum L 16 seu tensionem, erg. L 17f. est (1) componi ratio (2) diversis chordis [...] rationes impetuum (a) aliq (b) $\phi\delta : \phi\alpha$ aliquo [...] impressorum componi L 18 $\mu\phi\epsilon\theta\mu$: (1) tum ex rationibus tensionum :: (2) $\rho\phi\lambda\Omega$, tum ex rationibus tensionum, L

Est autem $\beta\delta : \phi\alpha :: \beta\delta : \phi\omega$. $\sim \underbrace{\lambda z : \lambda\Omega}_{\alpha\phi}$ et $\mu\phi\epsilon\theta\mu$ aequ. rectang. $\beta\delta$ aequ. $\alpha\beta$ in $\beta\delta$ et $\rho\phi\lambda\Omega$ aequ.

$\alpha\phi$ quadr. : $\alpha\beta$ quadr.

$\psi\phi\alpha$ seu aequ. $\alpha\phi$ in $\phi\alpha$. Ergo omnibus analogiis in aequationem collectis, fiet:

$$\frac{\text{tens. min.}}{\text{tens. maj.}} \text{ aequ. } \frac{\boxed{\beta\delta}}{\boxed{\phi\alpha} (\text{aequ. } \frac{\alpha\beta}{\alpha\phi} \text{ quadr. } \phi w)} \sim \frac{\alpha\phi \sim \boxed{\phi\alpha}}{\boxed{\beta\delta} \sim \alpha\beta}. [15 \text{ r}^o]$$

Haec ut clarius appareant describamus lineas sinuum complementi et quasi sinuum complementi, arcubus seu temporibus applicatorum. Nempe quadrantis $\alpha\beta\gamma\alpha$ figura sinuum complementi erit $\alpha\epsilon\eta\alpha$ cui producta $\rho\phi$ occurret in η , eritque $\phi\eta$ ad $\alpha\eta$ ut sinus complementi $\beta\delta$ arcus $\alpha\phi$ vel $\alpha\xi$ ad sinum totum $\beta\alpha$. Imo fieri poterit $\phi\eta$ aequ. $\beta\delta$ et $\alpha\eta$ aequ. $\beta\alpha$. Sed quadrantis $\alpha\phi\psi\alpha$ figura quasi-sinuum complementi sit $\psi\alpha\lambda\psi\alpha$ sitque $\phi\psi$ ad $\alpha\psi$ ut ϕw (sinus complementi arcus $\alpha\phi$) ad $\phi\alpha$ sinum ejus quadrantis totum. Debet autem esse $\alpha\psi$ ad $\alpha\phi$ (vel $\phi\alpha$) seu quasi sinus complementi debent esse ad veros sinus complementi tales, ut quemadmodum rectangulum $\alpha\beta\gamma$ (seu quadr. $\alpha\beta$) aequatur figurae sinuum complementi (nam figura sinuum et sinuum complementi reapse non differunt, est enim altera alterius inversa) ita rectang. (non quidem $\alpha\phi\omega$ sed ejus multiplicatum in ratione $\lambda\Omega$ ad λz vel $[\phi\rho]$ ad $\phi\omega$) nempe $\alpha\phi$ in $\lambda\Omega$ sit aequal. figurae quasi sinuum complementi $\psi\alpha\lambda\psi\alpha$. Cumque futurum esset rectang. $\alpha\phi\omega$ aequ. figurae sinuum complementi verorum quadrantis $\alpha\phi\psi\alpha$ sitque $\alpha\phi\omega$ ad $\alpha\phi$ in $\lambda\Omega$ ut $\phi\omega$ ad $[\phi\rho]$ seu ut λz ad $\lambda\Omega$. Hinc et debent applicatae quasi figurae sinuum esse ad applicatas figurae sinuum verorum ejusdem quadrantis, seu $\alpha\psi$ ad $\phi\alpha$ (vel $\psi\phi$ ad ϕw) ut $\lambda\Omega$ ad λz . Jam $\lambda\Omega$ ad λz ut quadr. $\alpha\beta$ ad quadr. $\alpha\phi$. Ergo $\alpha\psi$ [:] $\phi\alpha :: \alpha\beta$ quadr. [:] $\phi\alpha$ quadr. Ergo $\alpha\beta$ vel

1 $\beta\delta$ et (1) $\rho\phi\lambda\omega$ aequ. (2) $\rho\phi\lambda\Omega$ aequ. L 4 complementi (1) aut (2) et L 5f. applicatorum.
 (1) Linea (2) Nempe quadrantis $\alpha\beta\gamma\alpha$ (a) linea (b) sinuum com (c) figura sinuum complementi L 6f. in η , (1) sit (2) eritque $\phi\eta$ (a) aequ. sinui complementi $\beta\delta$ arcus $\alpha\phi$ vel $\alpha\xi$. (aa) Sed linea quasi sinuum complementi esto (bb) Sed linea (b) ad (c) ad (aa) (a) (bb) $\beta\alpha$ (cc) $\beta\eta$ (dd) $\alpha\eta$ ut sinus [...] sinum totum (aaa) $\beta\alpha$. (bbb) $\beta\alpha$. L 7f. poterit $\phi\eta$ | aequ. $\beta\eta$ et gestr. | aequ. $\beta\delta$ et (1) $\beta\alpha$ aequ. β (2) $\alpha\eta$ aequ. $\beta\alpha$. (a) Linea vero (aa) sinu (bb) quasi sin (b) Sed quadrantis $\alpha\phi\psi\alpha$ figura quasi-sinuum L 8 complementi (1) erit (2) sit L 10–12 ad $\alpha\phi$ (1) ita ut (2) (vel $\phi\alpha$) (a) it (b) seu quasi [...] complementi tales, (aa) ut fiat figura sinuum complementi (bb) ut quemadmodum rectangulum | $\alpha\beta\gamma$ (seu quadr. $\alpha\beta$) erg. | $\alpha\beta\gamma$ streicht Hrsg. | aequatur figurae sinuum complementi ((aaa) cum (bbb) nam L 13 differunt, (1) sunt (2) est L 14 $\phi\rho$ ad erg. Hrsg. 16 $\lambda\Omega$ L ändert Hrsg. 18 ad $\phi\alpha$ | vel streicht Hrsg. | (vel $\psi\phi$ L 19–S. 63.1 Ergo $\alpha\beta$ (1) med. prop. inter (2) vel $\alpha\eta$ med. prop. inter L

$\alpha\kappa$ med. prop. inter $\alpha\phi$ et $\alpha\psi$. [15 v°] Adeoque ut $\alpha\phi$ ad $\alpha\beta$ seu ut tempus minus nempe restitutio chordae magis tensae ad tempus majus seu restitutionem chordae minus tensae, [ita] $\alpha\kappa$ ad $\alpha\psi$ seu tensio minor ad majorem. Quia applicatae harum figurarum ($\kappa\alpha\epsilon\kappa$ et $\psi\alpha\lambda\psi$) reprezentant impetus novos, et primae applicatae $\alpha\kappa$ ad $\alpha\psi$ reprezentant primos impetus, seu ipsas tensiones, Ergo demonstratum est tempora restitutio- 5 num omnimodarum in chordis sola tensione differentibus esse reciproce ut tensiones.

Nullo modo autem hic sermo est de vibrationibus, sed de restitutionibus. Nam in vibrationibus multa sunt discrimina notanda.

Hinc demonstratur porro Restitutiones ejusdem chordae omnimodas es- 10 se isochronas. Quod theorema nemo hactenus accurate ostendit. Hoc autem ita conficiemus: supra demonstratum est (schedae tertiae 10 Xb. paginæ 2dae) chordae alicujus diversimode tensae restitutiones esse inter se ex composita restitutionum quas haberent si his solis tensionibus different, et tensionum. At si solis tensionibus different, essent restitutiones reciproce ut longitudines. Ergo Restitutiones ejusdem chordae diversimode 15 tensae sunt inter se in ratione composita ex tensionum rationibus directa et reciproca. Id est sunt aequales inter se. Q.E.D.

Ex his patet etiam restitutionum isochronismum, et sectionem monochordi pro restitutionibus omnimodis esse per se invicem demonstrabiles.

1–3 tempus (1) minus (2) minus nempe (a) vibratio (b) restitutio chordae [...] majus seu (aa) vibrationem (bb) restitutionem chordae minus tensae, | ut ändert Hrsg. | $\alpha\kappa$ ad $\alpha\psi$ seu | ut streicht Hrsg. | tensio | chordae gestr. | minor ad majorem. L 3 Quia (1) sinus (2) applicatae harum figurarum L 5–7 restitutionum (1) esse reciproce ut (2) omnimodarum in [...] reciproce ut L 8f. in vibrationibus (1) vis restitu (2) vires restituentes post secundam tensionem, longe aliae sunt quam vires primo tendentes (3) multa sunt discrimina notanda. L 10 omnimodas erg. L 11f. ostendit. (1) Jam (2) Nam (3) Hoc autem (a) ita (b) ita conficiemus: L 12f. est (1) chordae alicujus diversimode tensa restitutiones sed (2) (schedae tertiae [...] tensae restitutiones L 14 et (1) longitudinum. At hoc loco si solis te (2) tensionum. At si solis tensionibus L 14 different, (1) haberent (2) essent L 16 se (1) et (2) in L 18 etiam | chordarum gestr. | restitutionum L 18f. monochordi | pro restitutionibus omnimodis erg. | (1) ex se invicem (2) esse (a) aequales inter (b) per se invicem L

12 (schedae [...] 2dae): N. 83, S. 46.1–4. 19 demonstrabiles: Einen solchen Beweis versucht Leibniz vornehmlich in späteren Entwürfen aus den Jahren 1690–1695 zu erbringen; vgl. N. 321 und N. 322, bes. S. 357.20–358.8.

86. TENTAMINUM DE CHORDARUM TENSIONE SCHEDA SEXTA

10. (20.) Dezember 1680

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 16–17. Ein Bogen 4°; ein Wasserzeichen im Falz. Vier einspaltig beschriebene Seiten. Die Textträger von N. 86 und N. 84 bildeten ursprünglich einen Folio-Bogen.

5 [16 r°]

Tentaminum de chordarum tensione
Scheda VI. 10 Xb. 1680

Re recte expensa video me hactenus de solis Restitutionibus omnimodis, seu a tensione ad statum naturalem, non vero de vibrationibus tensorum pulsatorum, seu de restitutionibus 10 a secunda tensione ad primam, aliquod momenti cujusdam demonstrasse. Nunc de istis cogitabo.

Primum (1) duae chordae sola crassitie differentes, eodem tempore suas vibrationes absolvant, quia perinde est ac si plures chordae essent junctae.

(2) Duae chordae aequae tensae longitudine differentes habent tempora vibrationum in ratione longitudinum. Hoc eodem modo demonstratur in vibrationibus atque in restitutionibus. Hoc posset etiam assumi velut hypothesis comprobata experimento. Est enim fundamentum sectionis Monochordi.

(3) Chordae ejusdem eodem semper modo tensae (adeoque et chordarum non nisi crassitie differentium) vibrationes magnae pariter et parvae sunt isochronae. Hoc etiam experimento comprobatur, esset tamen demonstrandum.

12f. *Am Rand:* abstrahendo a resistentia aeris

8f. seu a tensione ad statum naturalem, *erg. L* 9 tensorum *erg. L* 10 tensione | usque *gestr.* | ad *L* 12 (1) *erg. L* 14 (2) *erg. L* 14 tensae | sola *gestr.* | longitudine *L* 17f. Monochordi. (1) Duae chordae (2) | (3) *erg.* | Chordae ejusdem *L* 20–S. 65.1 demonstrandum. (1) Chordae magis tensae, ceteris paribus vibr (2) | (4) *erg.* | Chordae (a) magis (b) ejusdem magis tensae vibrationes *L*

12f. duae [...] junctae: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 223; 224 (Bd. II, Lyon 1670, S. 215b; 216a; 216b).

(4) Chordae ejusdem magis tensae vibrationes sunt celeriores. Hoc etiam constat experientia, sed et ratione.

(5) Si duae sint chordae sola tensione et forte crassitie differentes, magis tensa vibrationes habet celeriores. Hoc etiam experientia et ratione manifestum est. 5

(6) Si chorda *A* a chorda *B* minus tensa sola tensione (et crassitie forsan) differat, et ab eadem chorda *B* aequa tensa postmodum longitudine solum (et forte crassitie) differat, tunc chorda *B* magis tensa celerius vibrabit quam ipsa *B* minus tensa, per 4; tardius vero quam ipsa *A*, quia ipsa *A* est brevior et aequa tensa, per 2. Seu chorda magis tensa mediae est celeritatis inter seipsam minus tensam, et aliam ipsi 10 minus tensae longitudine, et magis tensae tensione aequali. [16 v^o]

(7) Hinc cum vibrandi tempora chordae permanentis et mutabilis aequa cum ipsa tensae, seu magis quam ante tensae[,] sint ut longitudines, et longitudines ejusdem chordae diversimode tensae sint ut tensiones, et in nostro Casu Chorda permanens longitudini minori chordae mutabilis aequalis sit, sequitur, iisdem quae antea positis[,] chordae permanentis et chordae mutabilis magis quam antea tensae tempora vibrandi esse ut chordae mutabilis tensiones. Sit chorda mutabilis *ABC*, minus tensa *AB*, magis tensa *ABC*, et sit chorda *DE* longitudine aequa-

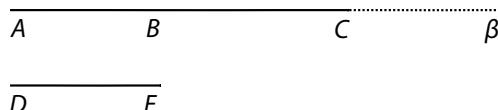
13 Am Rand, auf ut longitudines bezogen: potius ut longitudinum excessus super naturalem

3 (5) erg. *L* 5–7 est. (1) Sint tres ch (2) Chorda *A* a chorda *B* solae tensionis differens, (3) | (6) erg. | Si chorda *A* a chorda *B* | minus tensa erg. | sola tensione | (et crassitie forsan) erg. | differat, et [...] forte crassitie (a) differens, (b) differat, *L* 8f. minus tensa, (1) tardius tamen (2) per precedentem; (3) per 4; [...] per 2. *L* 11–14 aequali. (1) Hinc cum (a) chorda (aa) tertia sit ad minus t (bb) altera sit (cc) permanens (aaa) sit (bbb) sit ad minus tensam (b) vibrandi tempora chordae permanentis (aa) et minus (bb) et magis tensae sint in ratione longitudinum, (2) Hinc chord [16 v^o] (3) Hinc cum [...] ipsa tensae (a) sint (b) , seu magis [...] ut longitudines, (aa) seu ut (aaa) magis (bbb) chordae mutabilis tensiones, (bb) et longitudines (aaa) duarum chordarum aequa tensarum (bbb) ejusdem chordae [...] ut tensiones, *L* 14f. Chorda (1) minus tensa (2) permanentis *L* 15 chordae (1) minoris (2) mutabilis *L* 15 aequalis (1) est, (2) sit, *L* 16f. permanentis (1) tempora vibrandi (2) et chordae aequa tensae (3) et chordae [...] antea tensae (a) vibrationes esse (b) tempora vibrandi esse *L* 17f. tensiones. (1) Optimum erit adhibere figuras, (2) Sit (a) linea (b) chorda (aa) *AB* (bb) mutabilis *ABC*, *L*

13f. longitudines [...] tensiones: Doppelt unterstrichen.

15f. antea: S. 65.6–7.

lis ipsi AB , tensione aequalis ipsi ABC . Erit tempus vibrandi chordae DE ad tempus vibrandi chordae AC , ut recta DE ad rectam ABC , per 2, seu (quia ex hypothesi DE aequ. AB) ut recta AB ad rectam AC . Sunt autem AB et AC ut chordae mutabilis ABC tensiones, per ea quae superius sunt demonstrata. Ergo chordae permanentis DE et mutabilis aequa cum ipsa tensa tempora vibrandi sunt inter se, ut tensio mutabilis aequa cum ipsa longae, ad tensionem mutabilis aequa cum ipsa tensa, seu ut mutabilis tensiones.



[Fig. 1]

(8) Hinc cum AB exprimat tempus vibrandi chordae DE , et AC tempus vibrandi chordae AC , et vero chorda AB tardius ad hoc vibretur quam AC per 4, ergo producta AC aliquousque in β , ipsa AB exprimet vibrationem chordae AB . Hinc chordae diversimodae tensae (AB . AC) tempus vibrandi in minore tensione (AB) est ad tempus vibrandi chordae DE tensione mutabilem magis tensam AC , longitudine minus tensam AB aequantis (seu $A\beta$ est ad AB) in ratione majore quam reciproca tensionum seu reciproca longitudinum, (seu in majore ratione quam AC ad AB ,) seu duae chordae sola tensione (et forte cras-

3f. Am Rand nebst Hervorhebungszeichen: \mathfrak{A}

15–S. 67.4 Am Rand Hervorhebungszeichen

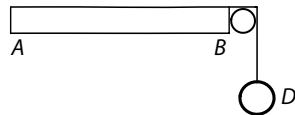
2 recta DE | vel AB gestr. | ad rectam ABC , (1) vel (2) per 2, seu L 3 rectam AC . (1) Sunt (2) Est (3) Sunt L 3 autem AB (1) ad (2) et AC L 4 ABC erg. L 4f. demonstrata. (1) Ergo su (2) Ergo (a) chorda permanens DE (aa) est ad (bb) habet tempus vibrandi quod est (b) chordae permanentis [...] ipsa tensae | tempora vibrandi erg. | sunt inter se, L 8 Hinc (1) si (2) chorda mutabilis (3) cum AB exprimat tempus vibrandi (a) chordae (b) chordae (aa) unitat (bb) DE , L 11 (AB. AC) erg. L 12f. vibrandi (1) in majore tensione, AC (2) chorda (3) chorda DE tensione | mutabilem erg. | magis (a) tensae (b) tensam AC , [...] AB aequantis L 14f. tensionum (1) (seu in majore ratione (2) seu reciproca [...] majore ratione L

4 superius: Siehe N. 82, S. 39.20–21.

sitie) differentes $AB \cdot DE$ habent tempora vibrandi in ratione ($A\beta$ ad AB) majore quam (AC ad AB) reciproca tensionum (nempe linea AC repraesentans tensionem ipsius chordae DE , et linea AB vel DE tensionem ipsius chordae AB) seu habent celeritates vibrandi in ratione majore quam tensionum. [17 r°]

(9) Hinc si duae chordae sola tensione differentes $AB \cdot DE$ haberent celeritates in ratione majore vel minore quam duplicata tensionum, (seu si $A\beta : AB \sqcap$ vel $\sqcap : CA$ quadr. : BA quadr.) tunc ejusdem chordae diversi status ($AB \cdot AC$) habebunt celeritates etiam in ratione majore 5

5–S. 68.2 *Am Rand:* Pro vero habeo,^[a] unam chordam diversimode tensam habere^[b] vibrationes seu tonos in ratione tensionum, sive virium tendentium; sed tunc supponendum est^[c] eam habere longitudinem tensione nova quaesitam. Nam si priorem longitudinem retinet, non sunt [unius]^[d] chordae diversi status, sed duae chordae aequae longae sola tensione differentes. Et hoc fit cum chorda AB tendatur pondere D . Nam duplo pondere appenso quam ante[,] AB prior et AB posterior sunt duae chordae sola tensione differentes, unde mirum non est celeritates esse in duplicata ratione^[e] tensionum, seu duplicatis ponderibus tonum esse quadruplo acutiores.



[Fig. 2]

^[a] habeo, (1) duas (2) unam L ^[b] habere (1) tensionem (2) vibrationes seu tonos L ^[c] est (1) quoque retinere eam (2) eam habere L ^[d] duae L ändert Hrsg. ^[e] duplicata ratione: Es gilt umgekehrt, dass die Frequenz sich wie die Quadratwurzel der Spannkraft verhält, weshalb das vierfache Gewicht nötig ist, um eine Saite mit doppelter Frequenz schwingen zu lassen. Siehe etwa M. MERSENNE, *Ballistica*, prop. 36 (Paris 1644, S. 128–132) sowie Leibnizens Randbemerkung in N. 84, S. 54.10.

1 differentes (1) habent tem (2) $AB \cdot DE$ habent tempora vibrandi (a) in ratione (b) in ratione L 2f. (nempe | linea erg. | AC repraesentans tensionem ipsius | chordae erg. | DE , et | linea erg. | AB | vel DE erg. | tensionem ipsius | chordae erg. | AB) seu L 5f. $AB \cdot DE$ (1) habuerint (2) haberent L 7 BA quadr. | seu si $\beta A : CA \sqcap$ $CA : BA$ erg. u. gestr. |) tunc L 8 (AB. AC) (1) haberent (2) habebunt L 8 etiam (1) majore (2) in ratione majore L

vel minore quam simplici tensionum et contra (seu erunt $\beta A : CA \sqcap vel \sqcap CA : BA$. Quia si $\beta A : BA \sqcap CA$ quadr. : BA quadr. Ergo $\beta A : CA \sqcap CA : BA$.)

(10) Et si duae chordae sola tensione differentes habent celeritates in ratione duplicata tensionum, tunc ejusdem chordae diversi status habebunt celeritates in ratione ipsarum tensionum. Et contra, patet ex praecedenti.

Et si $\beta A : CA \sqcap CA$ quadr. [:] BA quadr. erit $\beta A : BA \sqcap CA$ cub. : BA cub. Et contra. Seu si duae chordae sola tensione differentes habent celeritates in ratione triplicata tensionum, tunc ejusdem chordae diversi status habebunt celeritates in ratione duplicata tensionum. Et contra. Idem de majori et minori ratione. Et generaliter Ejusdem chordae diversimode tensae celeritates vibrandi sunt inter se in ratione composita ex directa celeritatum chordarum sola illa tensione differentium, et reciproca tensionum. Vel si de temporibus loquamur, Ejusdem chordae diversimode tensae tempora vibrandi ($AC : A\beta$ ratio temporum magis tensae ad minus tensam) sunt inter se in ratione composita tensionum ($AC : AB$ majoris ad minorem) et temporum quae insumant chordae solis illis tensionibus differentes ($AB : A\beta$ majoris tensae ad minus tensam).

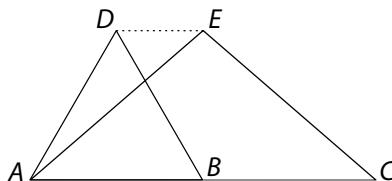
Nam $AC : A\beta :: AC : AB \sim AB : A\beta$. Dari possunt duae chordae inaequalis tensionis, quae tamen aequales habeant vibrationes. Hoc ita demonstratur, – sit chorda tensa AC cujus pars AB , sitque alia chorda DE a chorda AB sola ten-

1 quam (1) tensionum (2) simplici tensionum (a) (seu erunt β (b) et contra (seu erunt βA L
2 si (1) $\beta\alpha$ qu (2) $\beta\alpha$ (3) βA : (a) AB (b) BA L 4f. tensionum, (1) erunt (2) tunc ejusdem [...] status habebunt (a) chordas in ratione (b) celeritates in ratione L 5-8 tensionum.
(1) Et si duae chordae (2) Et contra, [...] : BA cub. | Et contra. erg. | Seu si duae chordae L
11 generaliter (1) duae cho (2) Ejusdem chordae L 11f. celeritates (1) restituendi (2) vi-
brandi L 13 illa erg. L 14 loquamur, (1) duae chordae sola tensione (2) Ejusdem chordae diversimode tensae L 15 vibrandi | (1) ($A\beta$ (2) ($AC : A\beta$ (a)) (b) ratio temporum [...] minus tensam) erg. | sunt L 16 composita (1) temporum (2) tensionum | (1) ($AB : AC$) (2) ($AC : AB$ (a)) (b) majoris ad minorem) erg. | et temporum L 17-19 differentes | ($AB : A\beta$ (1)) (2) majoris tensae ad minus tensam) erg. | . (1) Datur chorda (2) Dari (3) Dantur (4) | Nam (1) $A\beta : AC :: A$ (2) $AC : A\beta :: AC : AB \sim AB : A\beta$. erg. | Dari possunt duae chordae L
20f. vibrationes. (1) Nam (2) Hoc ita demonstratur, – L 21 alia chorda (1) DE quae sit talis tensionis (2) DE a (a) sola (b) chorda AB sola L

sione differens, talisque tensionis, ut tempus quo vibratur chorda AB sit ad tempus quo vibratur chorda DE , in ratione AB ad AC . Id enim possibile est, data enim chorda potest alia chorda dari sola differens tensione, quae sit in ratione vibrationum data, quaecunque denique sit ratio vibrationum ex data ratione tensionum. Jam chordae AC vibratio est etiam ad chordae AB vibrationem in ratione AB ad AC . [17 v°] Ergo chordae AC et DE sunt isochronae, sunt tamen inaequaliter tensae, quia AC et AB sunt aequaliter tensae, et DE et AB sunt inaequaliter tensae. 5

Hinc demonstratur haec propositio: si duae chordae differant longitudine et tensione, et, si solis tensionibus different, vibrationum tempora longitudinibus praesentibus proportionalia habitura essent, [tunc] isochronae erunt. Nimirum positis quae diximus, erit tempus chordae DE ad tempus chordae AC , ut AB ad AC , ut ostensimus, ergo ut DE ad AC quia AB aeque. DE ex hypothesi.

Nunc superest ut in ipsam progressionem motus vibratorii accuratius inquiramus; discamusque quae sit ratio vibrationum in eadem chorda diversimode tensa, ubi eadem 15 quantitas materiae, longitudo tamen diversa[,] vel quae sit ratio vibrationum in duabus chordis sola tensione differentibus, ubi ne longitudo quidem alia; vel si duae chordae sumantur inaequalis tensionis et longitudinis, attamen isochronae. Sed satis videtur considerare chordam eandem diversimode tensam, nam jam tum hac consideratione adhi-



[Fig. 3]

1 differens, (1) ita ut, (2) talisque tensionis, ut L 1 quo (1) restituitur (2) vibratur L 3 dari
 (1) similis (2) sola differens tensione, L 4 tensionum. (1) Quod (2) Jam L 8–10 propositio:
 (1) Si duae chordae (a) habeant tensi (b) habeant (aa) vibrationes longitudinibus (bb) reciprocas (c) ha-
 beant tensiones (aa) quae (aaa) si (bbb) sol (bb) quibus si solis different vibra (2) si duae [...] 10
 longitudine et (a) vibratione, et (b) tensione, et, [...] tempora longitudinibus (aa) propor-
 tionalia (bb) qu (cc) praesentibus proportionalia (aaa) haberent (bbb) habitura essent, L
 nunc L ändert Hrsg. 11 Nimirum (1) tempus (2) chord (3) positis quae diximus, erit tempus
 (a) chor (b) chordae DE L 15f. ubi eadem [...] tamen diversa erg. L 17 vel (1) quae (2) si L

12 ut ostensimus: Siehe S. 66.1–3.

bita deprehendimus discrimen inter vibrationes et restitutiones; quod scilicet duae chordae sola tensione differentes habent restitutionum celeritates in ratione tensionum, sed vibrationum celeritates in ratione maiore quam tensionum.

Considerandum praeterea quod in vibrationibus spatia quae percurruntur sunt diversa a longitudinibus seu tensionum excessibus, quod non ita est in restitutione. Exempli causa sit corda tensa AB quae adducatur a pulsante usque in D ita ut ADB sit triangulum aequilaterum, patet chordam duplo longiore factam, quia $AD + DB$ aequ. $2AB$. Sed si corda longior ABC pulsetur usque in E , ita ut DE sit parallela AC , non ideo AEC erit dupla AC sed multo minor dupla. Et tamen punctum E inter vibrandum non 10 majus spatium percurret quam punctum D , quia distantia punctorum D et E a recta ABC eadem est. Illud tamen notandum, caetera puncta paulo aliter moveri, itaque sumtis partibus infinite parvis, videndum quas lineas describant.

Eadem methodo etiam prius isochronismum vibrationum ejusdem chordae, et rationem sectionis monochordi accurate demonstrare operae pretium erit.

1 restitutiones; (1) | nam streicht Hrsg. | (2) quod scilicet L 4 quod in (1) spatiis (2) vibrationibus spatia L 6 quae (1) tendatur (2) adducatur L 9 erit | dupla erg. | AC sed L 9f. inter (1) restituendum eadem celeritate feretur quam punctum D (2) vibrandum (3) vibrandum non (a) magis (b) majus spatium percurret quam punctum D , L

13f. Eadem [...] erit: Möglicherweise hätte bereits die Aufzeichnung N. 10 einen solchen Beweis liefern sollen. Dieser findet sich aber vielmehr in den späteren Entwürfen N. 32₂ und N. 32₁ (1690–1695).

9. MOTUUM RESTITUTIONIS REGULA

[Dezember 1680]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 15 Bl. 2–5. Zwei Bogen 4° (Bl. 2, 5 und Bl. 3–4); ein Wasserzeichen im Falz von Bl. 3–4. Acht teilweise einspaltig beschriebene Seiten. Textfolge gemäß Blattzählung, aber nicht durch Kustoden oder weitere Hinweise von Leibniz festgelegt.

Datierungsgründe: Der vorliegende Text N. 9 hängt inhaltlich mit den *Tentaminum de chordarum tensione schedae* (N. 8) zusammen, die Leibniz auf Dezember 1680 datiert hat. Die Übereinstimmung besteht insbesondere darin, dass in N. 8₄ und 8₅ der *motus restitutionis* einer gespannten Saite mithilfe derselben trigonometrischen Funktionen erfasst wird wie in N. 9. Diesbezüglich finden sich in N. 8₄ (S. 55.17–19; 56.8–9) auch Anspielungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach auf N. 9 hindeuten. Folglich muss N. 9 vorgelegen haben, als N. 8₄ und 8₅ verfasst wurden. Das in einem Textträger von N. 9 anzutreffende Wasserzeichen, welches in den Textträgern von N. 8 ebenfalls vorkommt, ist im Leibniz-Nachlass für die frühen Hannoveraner Jahre (ab 1678) mehrfach belegt. Der starke inhaltliche Zusammenhang ist jedoch Grund für die Vermutung, dass N. 9 etwa zur gleichen Zeit wie N. 8 entstanden ist, d.h. im Dezember 1680. Leibniz dürfte sich – etwas ungenau – auf N. 9 beziehen, als er am 6. (16.) Dezember 1680 an Schelhammer schreibt, *vibrationum leges ... ex intima Geometria ergründet zu haben* (*LSB* 15 III, 3 N. 139, S. 305.5).

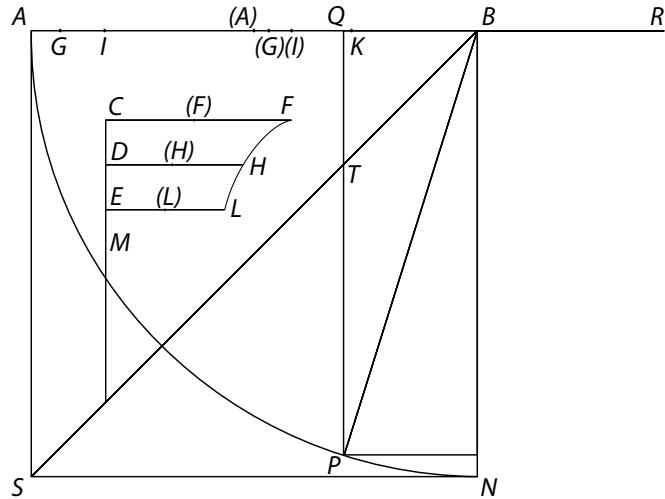
[2 r^o]

Motuum restitutionis regulam ita investigare conatus sum

Sit spatium *AB* a quo corpus vi diductum se restituere debet ut si chordae *RB* punctum *B* adductum sit usque in *A*, erit spatium *BA* praeternaturale. Impetus autem restitutionis sit ut *CF*, eoque impetu *A* percurrere vel absolvire intelligatur partem spatii infinite parvam *AG*, tempore infinite parvo *CD*, quod vocemus *d̄t*. Secundo jam momento seu tempusculo *DE*, quod priori ponamus aequale adeoque etiam *d̄t*, impetus qui imprimetur corpori restituendo erit minor quam ante, quia pars restitutionis praecedenti tempusculo jam facta est, et eo minor est conatus restitutionis, quo minor superest tensio. Sunt autem tensiones ejusdem chordae diductae ut spatia praeternaturalia, quod totum fuit *AB*. Nunc restat tantum *GB*. Ergo impetus secundus *DH* est ad priorem *CF*, ut *BG* est

17f. [2 r^o] (1) De M (2) Motuum *L* 19 spatum (1) in q (2) *AB* (a) in quod (b) a quo *L* 19f. debet (1) Impetus (2) ut si chordae *RB* (a) diducta (b) punctum (aa) *A* (bb) *B* adductum [...] praeternaturale. Impetus *L* 21 percurrere (1) intelligatur (2) vel absolvire intelligatur *L* 22 *AG*, | quam vocemus β gestr. | tempore *L* 26 tensiones (1) ut spatium (2) ejusdem chordae diductae ut spatia *L*

19 spatum *AB*: Vgl. das Diagramm [*Fig. 1*] auf S. 72.



[Fig. 1]

ad BA . Sit AB aeq. a , et CF aequ. b , et DH aequ. $1y$, et AG aequ. $1d\bar{s}$. Ergo $1y : b :: a - 1d\bar{s} : a$. Sed celeritas qua corpus ipsum secundo hoc momento se restituit componitur ex impetu priore servato et novo impresso. Ergo et GI spatiolum secundo tempusculo DE percursum erit ad AG spatiolum primo percursum, ut $CF + DH$ est ad CF . Seu sit GI aequ. $2d\bar{s}$ fiet $2d\bar{s} : 1d\bar{s} :: b + 1y : b$. Jam tertius impetus EL seu $2y$ tertio tempusculo EM impressus erit ad primum CF , ut BI ad BA . Jam $[AI] \cap 1d\bar{s} + 2d\bar{s}$ aequ. $[s]$. Ergo $2y : b :: a - s : a$ seu generaliter: $y : b$. Hinc colligitur generaliter fore GI seu $d\bar{s}$ incrementum spatii seu spatiolum, ad primum spatiolum certum AG ut spatiuum $[FCELFH]$ ad rectam CF . Est autem spatiuum $[FCELFH]$ aequ. $\int y d\bar{t}$ posito CD aequ. DE aequ. EM aequ. $d\bar{t}$.

Faciamus AG aequ. CD aequ. $d\bar{t}$, nam in arbitrio est; fiet: $\frac{\int y d\bar{t}}{b}$ aequ. $\frac{d\bar{s}}{dt}$.

1 AG aequ. (1) $1d\bar{s}$ (2) β (3) $1d\bar{s}$. $L = 1 : L$ ändert Hrsg. 2 $a - 1d\bar{s} : a$. (1) Rursus (2) Sed (a) impetus (b) celeritas $L = 5$ aequ. $2d\bar{s}$ (1) et (2) fiet $L = 5$ seu $2y$ erg. $L = 6f$. BA . (1) Ergo fiet $2y : b :: a - s : a$ (2) Jam (a) BH (b) $| BI$ ändert Hrsg. $| \cap 1d\bar{s} + 2d\bar{s}$ aequ. $| 2s$ ändert Hrsg. $|$. Ergo $2y : b :: a - s : a$ $L = 7$ seu generaliter: $y : b$ erg. $L = 8$ AG (1) quod (2) ut (a) spatiuum (b) spatiuum $L = 8$ $FCELFH$ L ändert Hrsg. 8f. CF . (1) Item esse y ad b ut $a - s$ ad a . (2) Unde (3) Est autem $L = 9$ $FCELFH$ L ändert Hrsg. 9f. aequ. $d\bar{t}$. (1) Ergo fiet: (2) Faciamus AG [...] est; fiet: L

3 GI : Der Punkt I hieß ursprünglich H sowohl im Text als auch im Diagramm [Fig. 1].

Jungendo jam duas aequationes: $y:b::a-s:a$ et $\int y \bar{dt} : b :: d\bar{s} : d\bar{t}$
 sive s aequ. $a - \frac{ya}{b}$ et $d\bar{s}$ aequ. $\frac{\bar{dt} \int y \bar{dt}}{b}$.

Ex priore fit: $d\bar{s}$ aequ. $-\frac{a}{b}d\bar{y}$. Quos duos valores aequando fiet: $-a d\bar{y}$ aequ. $\bar{dt} \int y \bar{dt}$.

Vel omissa $d\bar{t}$ fiet: $-a d\bar{y}$ aequ. $\int \bar{y}$.

Sit jam: y aequ. $c + \theta t + et^2 + ft^3 + gt^4 + ht^5$ etc.

5

$$-a d\bar{y} \text{ aequ. } -0 - a\theta - 2aet - 3aft^2 - 4agt^3 - 5ahht^4 \text{ etc.}$$

$$\int \bar{y} \text{ aequ. } ct + \frac{\theta t^2}{2} + \frac{et^3}{3} + \frac{ft^4}{4} + \frac{gt^5}{5} + \frac{ht^6}{6} \text{ etc.}$$

Jam aequando $-a d\bar{y}$ et $\int \bar{y}$ fiet:

$$\begin{aligned} \theta \text{ aequ. } 0 & \quad e \text{ aequ. } -\frac{c}{1 \cdot 2a} \quad f \text{ aequ. } 0 \quad g \text{ aequ. } -\frac{e}{3 \cdot 4a} \text{ seu } g \text{ aequ. } +\frac{c}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4aa} \\ h \text{ aequ. } 0 & \quad k \text{ aequ. } -\frac{g}{5 \cdot 6a} \text{ seu } k \text{ aequ. } -\frac{c}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6a^3}. \end{aligned}$$

10

Ponamus c aequ. a et a aequ. 1. Nihil enim refert, et habebimus:

$$y \text{ aequ. } 1 - \frac{t^2}{1 \cdot 2} + \frac{t^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} - \frac{t^6}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} \text{ etc.}$$

Unde sequitur *FHL* esse lineam sinuum complementi per demonstrata in meo opere tetragonistico, nam posito t seu $[CE]$ seu tempora restitutionis jam decursa esse ut arcus,

3–5 $d\bar{t} \int y \bar{dt}$. (1) Scribatur: (2) Vel omissa [...] Sit jam: L 8f. fiet: (1) c aequ. 0 (2) θ aequ. 0 L 10 h aequ. 0 (1) k aequ. (2) k aequ. L 14–S. 74.1 tetragonistico, (1) posito t esse arcus, erunt y sinus (2) nam posito t seu $|CF ändert Hrsg.$ | seu tempora | restitutionis jam decursa *erg.* | esse ut [...] ut sinus L

13f. demonstrata [...] tetragonistico: Offenbar Anspielung auf G. W. LEIBNIZ, *De quadratura arithmeticorum circuli ellipsoes et hyperbolae*, prop. 14; prop. 48, cor. 1 (*LSB VII*, 6 N. 51, S. 553.14–554.4; 656.1–5). Die zwischen Juni und September 1676 entstandene Endfassung dieser Abhandlung hat Leibniz nie veröffentlicht. 14–S. 74.1 nam posito [...] complementi: Ähnlicher Ansatz wie in N. 85, S. 60.9–11.

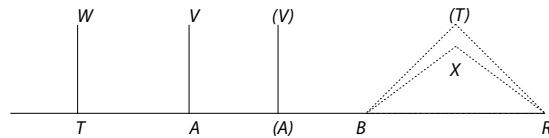
tunc impetus novi impressi *FL* seu tensiones residuae erunt ut sinus complementi. [2 v^o] Nempe sit chorda *RB* quae punto *R* immobili manente altero *B* protensa est usque in *A*. Et spatium praeternaturale tensionis erit *AB*. Jam chorda dimissa se denuo restituat. Tunc plena quidem restitutio facta erit quando punctum mobile *A* redibit ad locum suum naturalem *B*. Eaque restitutio plena intelligatur fieri in tempore quod repraesentetur per *APN* arcum quadrantis *BAPN* cujus radius *AB* vel *BN*. Ajo si medio tempore seu durante adhuc restitutione in spatio praeternaturali *AB* punctum assumatur ut *Q* atque inde educatur ad circumferentiam sinus *QP*. Tunc tempus quo chordae extreum mobile ex *A* se restituit usque in *Q* fore ad tempus restitutionis plenae usque in *B* ut arcus *AP* est ad arcum quadrantis integrum *APN*, sive si spatia restitutione absoluta *AQ*, *AB* sint ut sinus versi, tempora restitutionum erunt ut anguli *ABP*, *ABN*. Sive si tempora restitutionum sint ut anguli, spatia praeternaturalia restantia, seu tensiones residuae erunt ut sinus complementi.

Atque ita arcanam hanc progressionem sane investigatu difficillimam e latebris eruimus. Difficillimam dico, quia quaerenda est Methodo Tangentium inversa, quae non est in potestate. Nec facile puto Geometricum problema proponi posse quod sit isto difficilior si communes methodos spectemus: [3 r^o]

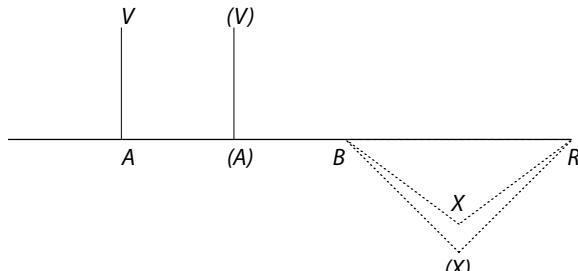
Nunc si eadem chorda diversas accipiat tensiones ultra eam quam jam habet, vindendum est quibus temporibus restituat sese ad tensionem priorem. Seu quae sit ratio temporum quibus fit plena restitutio inde ab initio; data ratione tensionum quas chorda accepit.

Exempli gratia esto chorda cujus situs si sibi relinquatur sit *RB*, punctoque *R* existente immobili, punctum *B* adducatur in (*A*) atque inde dimittatur, ut sponte sua redeat in *BR* restituaturque tempore *A(V)*. Quaeritur quo tempore fuissest restituta, si adducatum fuissest punctum *B* usque in *A*. Id est data ratione tensionum (*A*)*B*, *AB* quaeritur ratio temporum integrae restitutionis (*A*)*V*, *AV*. De integris restitutionibus loquor, non

1–9 complementi. (1) Nempe sit *AQB* spatium praeternaturale in quod protensa est chorda, sit quadrans circuli *BAPN* radio *AB* vel *BN*. Tempus quo chordae uno extremo immobili diductae extreum *A* pervenit ad *Q* erit [2 v^o] (2) Nempe sit (a) *AQB* spatium (b) chorda *RB* [...] in *A*. (aa) Erit (bb) Et spatium [...] denuo restituat. (aaa) Et quidem (bbb) Tunc plena [...] Eaque restitutio | plena erg. | intelligatur fieri in tempore (aaaa) *APQ* (bbbb) quod repraesentetur [...] educatur ad (aaaaa) quadrantem (bbbb) | ad streicht Hrsg. | circumferentiam sinus [...] chordae extreum | mobile erg. | ex *A* [...] *Q* fore *L* 10 *APN*, (1) seu spatia restitutione absoluta (2) sive si spatia restitutione absoluta *L* 11 sint ut (1) sagittae (2) sinus versi, *L* 11 erunt ut (1) arcus (2) anguli | *ABP*, *ABN* erg. | . *L* 20 temporum (1) data ratione (2) quibus fit [...] data ratione *L* 22 gratia (1) sit (2) esto chorda (a) *RB* (b) si (c) cujus situs [...] relinquatur sit (aa) chorda (b) *RB*, *L*



[Fig. 2a, gestr.]



[Fig. 2b]

de parte temporis quo chorda ex AR jam reversa in $(A)R$ porro inde ad BR redit[,] quia tunc jam impetum concepit. Sed queastio est[:] si restitutio incipiat [ab] A itemque ab (A) , quae sit temporum ratio.

Redeamus ad figuram priorem, ibique eadem manente RB fingamus spatium $(A)B$ esse dimidium ejus quod illic expressum est AB , erit et $C(F)$ [dimidius]. Tempusculum autem idem sumatur quod ante, nempe CD . Patet impetum $C(F)$ dimidium ipsius CF eodem tempusculo CD decurrere spatium ipsius AG dimidium, nempe $[(A)(G)]$. Ergo et habebitur $D(H)$ dimidia ipsius DH . Nam $D(H)$ est ad $C(F)$ ut $B(G)$ ad $B(A)$

1 de (1) tempore quo (2) parte temporis quo (a) T (b) ex TB (c) chorda ex AR (aa) redit in (bb) jam reversa [...] BR redit L 2 incipiat | a ändert Hrsg. | (1) T (2) A L 5 esse (1) duplo majus | quam streicht Hrsg. | (2) dimidium ejus quod L 5 AB erg. L 5f. $C(F)$ | duplo major ändert Hrsg. | . (1) Cumque impetus du (2) Tempusculum autem [...] Patet impetum | $C(F)$ erg. | (a) duplo majorem | quam erg. | CF et (b) dimidium ipsius CF L 7f. CD (1) duplum (2) decurrere spatium ipsius AG (a) duplum (b) dimidium (aa) . Ergo et (aaa) pun (bbb) DH habebitur ipsius dupla (bb) , nempe | $A(G)$ ändert Hrsg. | . Ergo et [...] ipsius DH . L 8-S. 76.1 $B(A)$ (1) et $B(G)$ ad $B(A)$ ut BG ad BA . | Sunt autem streicht Hrsg. | CF (2) seu $D(H)$ aequ. $\frac{B(G) \cdot C(F)}{B(A)}$. L

4 figuram priorem: Das Diagramm [Fig. 1] auf S. 72.

seu $D(H)$ aequ. $\frac{B(G) \cdot C(F)}{B(A)}$. Jam DH aequ. $\frac{BG \cdot CF}{BA}$. Sunt autem $\overline{BG \cdot CF : BA} :$
 $\overline{B(G) \cdot C(F) : B(A)} :: 2 : 1$. Ergo et $DH : D(H) :: 2 : 1$. Seu $D(H)$ dimidia ipsius DH . Similiter punctum se restituens ex secundo pervenit ex (G) in (I) eritque $(G)(I)$ dimidia ipsius GI , quia ut GI est ad AG ut summa ex $CF + DH$ est ad CF , ita $(G)(I)$ erit [ad] 5 $(A)(G)$ ut summa ex $C(F) + D(H)$ est ad $C(F)$. [3 v°] Itaque semper eodem tempore dimidium spatii absolvetur; cumque integrum spatium $(A)B$ prioris AB dimidium sit; etiam integrum spatium absolvetur eodem tempore, idemque est in qualibet ratione. Itaque duae ejusdem corporis tensi restitutiones integrae sunt aequidiuturnae. Q.E.D.

Idem enim est quaecunque sit figura corporis tensi, et licet chorda duobus extremis 10 punctis B, R immotis medio aliquo tendatur usque in X vel usque in (X) . Semper enim aequidiuturna erit restitutio. Eodem enim modo quae diducta erunt, in sese subintrant, aut quae compressa erunt, dilatantur, quam si in eadem recta sita essent. Cum figura 15 restitutioni non obstet uti tensioni non obstitit: imo contra[,] restitutio[n]em juvet.

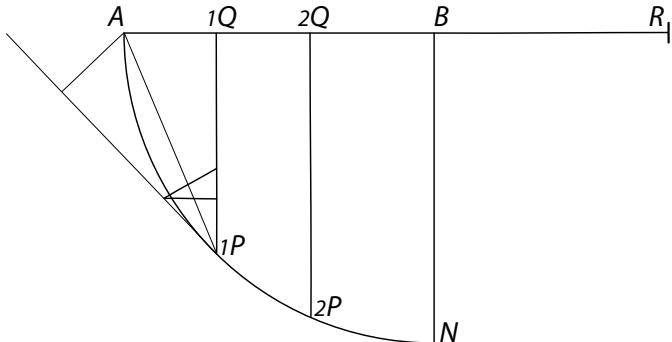
Pulsatio est tensi ulterior tensio ac subsecuta dimissio a tensione nova ad priorem. Et restitutio illa in chordis a secunda tensione ad priorem potest dici vibratio. De 20 vibrationibus autem an ea locum habeant, quae de omnimodis restitutionibus diximus, suo loco examinabuntur[:] in primis an verus sit isochronismus vibrationum; nec referat, Chorda fortiter an leniter pulsetur. Sed quoniam ob impetum conceptum in contrariam ipsa partem chorda fertur, hinc sequitur vibrationes eo maiores crebrioresque quo fortior est pulsatio. Et satis vibratio fieri potest et in omnimoda restitutio[n]e, non quidem chordarum, attamen Elastrorum aliorum, exempli causa cochleati subtilis Horologiarii.

1f. $BG : CF : BA :: B(G) : C(F) : B(A) :: 2 : 1$ L ändert Hrsg. 3 Similiter (1) cum sit (2) punctum L
 4 quia (1) est (2) ut GI est L 4 ad erg. Hrsg. 5f. tempore (1) duplum (2) dimidium L
 8 ejusdem (1) chordae (2) corporis L 10 aliquo (1) ut X (2) tendatur (a) vel (b) usque in X vel L
 11 restitutio. (1) Neque enim hic de motu punctorum (2) Eodem enim modo L 12f. figura (1) nullo
 motu r (2) restitutio[n]i L 14–18 dimissio (1). Chorda (a) autem (b) | igitur pulsata restituit streicht
 Hrsg. | sese eodem tempore nec refert (2) a tensione nova ad priorem. (a) An autem in (b) Et restitutio
 [...] in primis (aa) si (bb) an verus [...] referat, Chorda L 19 chorda erg. L 20f. Et satis [...]
 subtilis Horologiarii. erg. L

16 quae [...] diximus: S. 74.2–13. 17 suo loco examinabuntur: Den Schwingungen (*vibrationes*) gespannter Saiten widmet sich Leibniz vornehmlich in N. 86 und N. 10. Ein Beweis ihres Isochronismus findet sich dort aber nicht, sondern in den späteren Entwürfen N. 32₂ und N. 32₁ (1690–1695). 19 crebrioresque: Wenn Leibniz hier die Annahme des Isochronismus der Schwingungen trifft, dann wäre *celerioresque* zu erwarten.

Cum autem summa omnium y [sit] instar sinuum, nam $\int \bar{y}$ aequ. $\frac{t}{1} - \frac{t^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{t^5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}$ etc. id est aequalis sinui recto[,] posito t esse arcum. Hinc impetus concepti a chorda se restituentesunt ut sinus, si tempora restitutione percursa sint ut arcus seu ut anguli. Hinc descripto quadrante circuli $BAPN$, radio BA , arcu APN , spatio quod chorda ex AR in BR se restituens jam deseruit existente sagitta AQ , impetus acceleratione conceptus erit sinus QP . [4 r°]

Caeterum ut omnia supra inventa de omnimodis restitutionibus in pauca conferamus, chorda RB firmiter alligata in R ultra naturalem longitudinem RB vi extendatur[,] nimirum extremitate libera B adducta usque in A . Quo facto iterum dimittatur, ut sponte se restituat ex AR in BR . Jam in recta AB sumatur punctum aliquod Q . Et puncto 10 B applicetur ad angulos rectos ipsa BN aequalis ipsi AB , ipsi autem Q applicetur recta



[Fig. 3]

7 Am oberen Blattrand: In hac pagina non est error.

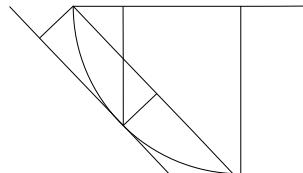
1 sint L ändert Hrsg. 4f. Hinc (1) spatia percursa restitutione (2) descripto quadrante [...] quod chorda (a) BR (b) ex AR [...] deseruit existente | sagitta erg. | AQ , L 6–8 QP . [4 r°] (1) Unde (2) Theorema pulcherrimum. Sit (3) Caeterum ut [...] pauca conferamus, L 8f. in R (1). Ita (2) ex situ naturali RB longitudine (3) ultra naturalem longitudinem RB (a) vi adducatur in (b) vi extendatur (aa) puncto libero (bb) nimirum extremitate [...] in A . L 10f. puncto (1) BN (2) BL 11 autem Q | etiam ad angulos rectos gestr. | applicetur L

4 quadrante circuli $BAPN$: Siehe [Fig. 1] auf S. 72. 7 supra: S. 74.2–13.

QP parallela ipsi BN , quaeque sit ad BN , ut impetus acceleratione restitutionis imperfectae ex AR usque in QR conceptus, est ad impetum integra restitutione ex tota longitudine violenta AR ad naturalem BR conceptum.

Idemque in alio puncto quoconque ipsius rectae AB factum intelligatur, ut scilicet puncto $1Q$ applicetur ordinata $1Q_1P$ et puncto $2Q$ ordinata $2Q_2P$, ajo curvam per omnia puncta P transeuntem fore arcum circuli, nempe APN erit arcus quadrantis. Nota etiam summas sinuum versorum arcibus applicatorum esse ut segmenta arcu et chorda contenta. Hoc amplius ajo[:] si spatia restitutione percursa AQ sint ut sinus versi, impetus huius restitutionis acceleratione in locis Q concepti seu celeritates vel spatia percursa cuiuslibet momenti, erunt ut sinus recti. Unde cum aggregata spatiorum singulis momentis percursorum seu spatia percursa sint ut sinus recti, patet summas sinuum rectorum ad arcum esse ut sinus versos. Quod et aliunde constat. Tensiones residuae (vel pondera quibus ex BR in QR adduci posset) erunt ut sinus complementi QB . Denique ipsa tempora restitutione insumta erunt ut anguli, seu ut arcus AP . Idem est in restitutione tensi sive compressi sive diducti cujuscunque[,] modo spatium vi additum corpori vel ademtum in-

4 *Am Rand, gestrichen:* NB videndum an subsit error calculi, nempe loco sinuum rectorum, dicendum rectangula sub sinibus rectis et arcibus quae sunt summae sinuum complementi arcibus applicatorum [*Text bricht ab.*]



[Fig. 4, gestr.]

1f. acceleratione (1) restitutionisque (2) restitutionis (a) ex (b) imperfectae ex L 2 usque erg. L 2f. restitutione (1) ex AR in BR (2) ex tota [...] naturalem BR L 5 applicetur (1) recta (2) ordinata L 6–8 quadrantis. (1) Itaque hoc (2) Nota etiam summas sinuum (a) rectorum (b) versorum arcibus [...] ut segmenta (aa) sub (bb) arcu et (aaa) chorda (bbb) chorda contenta. Hoc L 9–12 concepti (1) | erunt ut sinus recti QP . streicht Hrsg. | (2) seu celeritates [...] aggregata spatiorum (a) | sint streicht Hrsg. | hoc loco (b) singulis momentis percursorum seu (aa) | (–) erg. | aggregata (bb) spatia percursa [...] aliunde constat. L 12f. (vel pondera [...] adduci posset) erg. L 14 erunt ut (1) Arcus (2) anguli, L

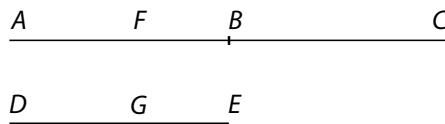
12 aliunde: Anspielung nicht aufgelöst.

star rectae AB consideretur. Unde etiam aestimari potest [4 v°] quantum virium perdat pondus quod in chordam illabitur, eamque lapsu suo tendit, tantum scilicet [quantum] chorda ipsa se restituens toto restitutionis impetu acquirit. Item judicari potest quo impetu dati ponderis sagittam arcus tensus excutere possit sive post restitutionem integrare sive durante restitutione eam excutiat. Quodsi diversae sint tensiones tunc impetus concepti adeoque sagittae impressi erunt ut tensiones. Quod ex iis patet quae attulimus ut probaremus, restitutiones esse aequidiurnas.

5

Caeterum hae ratiocinationes hactenus processere abstrahendo animum a pondere seu mole corporis quod tenditur ac restituitur partiumque ejus. Sed jam manifestum est porro nisi illa consideratio accedat, non posse demonstrari cur ex duabus chordis aequae 10 tensis minor citius restituatur. Quod ita ostendo.

Sit chorda tensa ABC et alia chorda DE aequalis ipsius ABC parti AB et eodem modo tensa ut ABC , ergo et eodem modo ut AB . Vel quod idem est[,] assumi posset ipsa AB monochordi sola sectione positio sustentaculo divisore in B . Si abstrahimus animum a pondere ipsius chordae, patet AB tensam in B loco F , eodem modo restitui ex AB 15 in AF uti DE in DG , posita DG aequ. AF . Nam eadem causa seu vis restituens, quia eadem tensio utrobique, et dimidia vis restituens ipsi ABC incumbens agit in AB . Nam et dimidio pondere tensa tenetur. Jam quod ABC se restituens ipsam BC secum trahit. Hoc nihil ad rem pertinet, si a pondere animum abstrahamus, et consideremus ut corpora molis expertia. Sed si molem consideremus, necesse est AB tardius restitui in AF quam 20



[Fig. 5]

2f. scilicet | quandum ändert Hrsg. | (1) fit (2) chorda L 4 dati ponderis erg. L 4f. arcus (1) excutere possit, (a) modo cognoscatur (b) modo constet quanta vi sit opus ad arcum tendendum. Vis enim qua arcus tenditur (aa) aliquoti (bb) quantumcunque (2) tensus excutere possit (a) modo (aa) constet experimento (bb) unum in eo experimentum sit captum unius tensionis sagittaeque exemplo. Si enim tensiones seu vires tendentes sint ut B_1Q , B_2Q impetus concepti erunt (b) sive eam semper secum ducat, (c) sive (aa) ante (bb) post restitutionem [...] eam excutiat. L 5 tunc erg. L 9 corporis (1) quo (2) quod L 9f. jam (1) video (2) manifestum est porro L 15 patet AB (1) eodem mo (2) tensam in [...] eodem modo L 17 et | et gestr. | dimidia L

6f. quae [...] aequidiurnas: Siehe S. 74.18–76.8.

DE in *DG*, quia *DE* liberum est, at *AB* secum trahit et *BC*. Sed operis pretium erit discrimen paulo accuratius examinare. Nimirum: [5 r^o]

Redeamus ad superiores figuræ. Punctum *A* se restituens versus *B* movetur motu restitutionis proprio quo subintrat in sequens *G*, sed idem movetur motu singulorum sequentium intra *A* et *B*. Hinc si ponamus unumquodque punctum durante restitutione aequali celeritate sequens subintrare[,] trahentur remotiora a *B* a proprioribus[,] adeoque celeritas ipsius *A* ad celeritatem ipsius *Q* erit ut *AS* ad *QT*, posito duci rectam *STB* et esse *AS* parallelam *QT*. Verum hinc sequitur vim restituentis refringi, quia majorem celeritatem producere alias deberet, adeoque majorem etiam praestare effectum quam in 10 potestate habet. Et vero necesse est minores quo chordas [eo] citius restitui, quod jam sic demonstro. Chorda secetur in chordas innumeræ infinite parvas, necesse est singula restitui intra momentum, adeoque infinita celeritate. Itaque necesse est chordam quo brevior est eo citius restitui. Causa autem cur et chorda determinatae longitudinis intra momentum non restituatur nulla alia est, quam quia non sufficeret punctum aliquod 15 momento subintrare aliud vicinum, seu quodlibet punctum in se ipsum subire, sed etiam opus est motu aliquo punctorum, ut scilicet sibi appropinquant. Vel potius concipiendo tubulos et embolos patet puncta celeriter admodum moveri debere non tantum ut sibi subintrent vicinis, sed et ut cum vicinis ferantur.

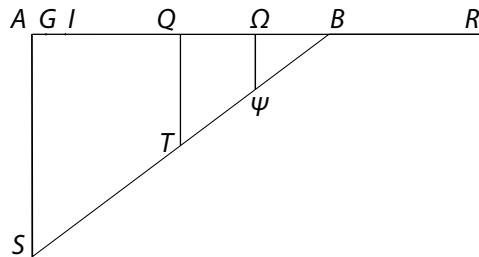
Nascitur autem quaestio quomodo vis illa tendentis ita refringatur: sane tendens in 20 omnes Embolo-tubulos simul agit, ut vicina subintrent, vi tota agente in eos aequaliter distributa, sed tubuli qui caeteros trahunt eo movebuntur tardius seu tota illa linea movebitur tardius. Itaque unumquodque punctum movebitur celeritate tum sua tum omnium sequentium, omnia autem sequentia movebuntur celeritate semper decrescente

10f. *Am Rand:* NB

11f. *Am Rand:* NB

9 producere (1) debet (2) alias deberet, *L* 10 minores (1) citius restitui (2) quo chordas | eo erg. Hrsg. | citius restitui, *L* 15 vicinum, (1) hoc un (2) seu *L* 16 aliquo (1), ut (2) punctorum, ut *L* 16–18 appropinquant (1), quod tubis embolisque manifestum est (2), alioqui contracta (3). Vel potius [...] moveri debere (a) ut (b) non tantum [...] vicinis ferantur. *L* 19 illa (1) refringentis (2) tendentis ita refringatur: *L*

3 superiores figuræ: Vornehmlich das Diagramm [*Fig. 1*] auf S. 72, von dem alle übrigen Diagramme außer [*Fig. 5*] auf S. 79 herrühren. 10–13 Et vero [...] restitui: Gleiche Beweisführung in N. 82, S. 40.11–13.



[Fig. 6]

in ratione distantiarum ab A . Sed hoc ipsum rursus mutabitur quovis momento. Unde calculus mirificus oriri videtur. Sed re recta patebit tolli difficultatem facilemque exitum dari: [5 v°] Nam pro certo ponendum est, durante restitutione semper chordam manere aequa tensam ubique. Si qua enim pars minus restituta sit, seu magis tensa quam caeterae, in eam potius tota vis restituens incumbet, quippe in minus resistentem. Unde sequitur 5 nullo modo tardius restitui punctum Q ipsi B proprius, quam restituitur punctum A , etsi tardius moveatur. Est enim motus reciprocus trahendo, itaque servatur aequalitas. Nam punctum Q trahat secum totam AQ , et punctum Ω totam $A\Omega$, celeritas ipsius Q debet et esse ad celeritatem ipsius Ω reciproce ut AQ ad $A\Omega$. Hoc quidem videretur probabile, sed non est, quia non tam punctum Q vel Ω praecedentia puncta trahere intelligetur, quam 10 potius ipsa vis restituens ea impellere, remota quidem celerius, ut eodem tempore omnia in loca debita restituantur. Hinc nulla oritur turbatio nec inaequalitas ex illa tractionis communicatione de puncto in punctum, sed aequabili semper ratione vis impellens distribuitur, ut fortius ea agat, quae alioqui justo tardius restituerentur. Itaque sola habenda est ratio calculi superioris perinde ac si chorda pondere careret. Verum pondus chordae 15 etsi in ipsa chorda ejusque vibrationibus ac partibus nullam diversitatem efficiat, efficit tamen diversis chordis inter se comparatis. Necesse est vim quae duplo plus materiae agit,

16 Über ac partibus nullam zwischenzeitig: videndum de quadratis celeritatum

2f. calculus (1) orietur (2) mirificus (a) quem ita tentabimus: (b) oriri videtur. [...] exitum dari: [5 v°]
 (aa) Punctum tempusculo CD tendit in G , eodem tempore (aaa) tempusculum (bbb) punctum Q tendet in R , quaeritur primum relatio inter (aaaa) Q et (bbbb) AG et QK . (bb) Nam L 4f. sit, (1) in ea (2) seu magis [...] in eam L 5 tota (1) tensionis (2) vis restituens L 6 tardius (1) moveri posse (2) restitui L 7 reciprocus (1) quantitati (2) trahendo, L 7f. aequalitas. (1) Q trahit (2) Nam punctum Q trahat L 9 $A\Omega$. (1) Verum hoc in nostro ca (2) Hoc quidem L

efficere celeritatem subduplam. Adeoque tensorum sese restituentium celeritates esse in reciproca ratione corporum.

Atque ita tandem accuratissime absolvimus hanc sane pucherrimam contemplationem. Itaque quaecunque de tensione residua, de spatiis percursis, de impetu superveniente, de toto impetu collecto, denique de tempore diximus; ea vera sunt, tantum manet hoc, ut comparando duas chordas ejusdem tensionis diversaeque magnitudinis sint tempora reciproce ut chordae.

Porro quia chorda dimidia aequa tensa dimidio tempore se restituit, et chordam dimidiad aequa tensam se eodem tempore restituere esset effectus dimidiis, Ergo chordam dimidiad dimidio tempore se restituere est effectus aequalis. Et eandem chordam dimidio tempore se restituere est effectus duplus. Duplam autem chordam dimidio tempore se restituere seu duplo tensiorem esse est effectus quadruplus. Hinc si una chorda et duplo longior, et duplo tensior sit, quadruplo pondere sustinenda est.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Sed hoc intelligendum puto, si ab initio duplo longior jam fuerit. Nam eandem chordam duplo tensiorem quadruplo pondere fieri debere nondum hinc patet. Nimirum duarum chordarum ejusdem tensionis et diversae longitudinis, pondera sunt ut longitudines, patet. Si chorda tensa sit, dimidia ejus portio in ea tensione dimidio pondere conservabitur. Duarum chordarum ejusdem longitudinis pondera sunt ut tensiones. Ergo pondera sunt in composita ratione chordarum longitudinis et tensionis, ut chorda ad duplam tensionem quadruplo pondere educunda est. Nam ponatur ad duplam educta tensionem pondere a. Ergo dimidium ejus ad eandem pondere $\frac{a}{2}$. At dimidium ejus est ad eandem chordam dimidio minus tensam duplo tensior, ergo duplarum virium. Ergo haec $\frac{a}{4}$ pondere tensa est. Subest difficultas.

1 Adeoque (1) chordas (2) tensorum L 3–7 contemplationem. (1) Sane cum vis chordae | tensae erg. | sit composita ex ejus corpore et celeritate (2) Hinc colligitur, si duae chordae tensae (3) Itaque quaecunque de (a) impetu (b) | de streicht Hrsg. | tensione residua, [...] vera sunt, (aa) dandum (bb) tantum manet [...] ut chordae. L 8 chorda (1) ten (2) aequa tensa dimidia (3) dimidia aequa tensa (a) tempore (b) duplo tempore (c) spatium (d) se (e) dimidio tempore se L 8f. restituit, (1) Ergo aequa tensam (2) chordam (3) et chordam [...] esset effectus | effectus streicht Hrsg. | dimidiis, Ergo L 11 duplus. (1) Dimidiad (2) Duplam L 19 Ergo (1) eadem (2) chordae (3) pondus (4) chordae (5) pondera L 19 ut (1) si (2) chorda L 20 duplam (1) longitudine (2) tensionem L 20f. ad duplam (1) longitudinem (2) educta tensionem (a). Ergo dimi (b) pondere a. Ergo dimidium L 21 At dimidium ejus (1) | ad eandem streicht Hrsg. | (2) est ad eandem L 22 tensam (1) (ut ad) (2) duplo tensior, L

10. DE CHORDARUM TENSIONE

[Ende Dezember 1680 / Anfang 1681 (?); Ende Juli 1682 – April 1683 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 21. Ein Blatt 4°; Fragment eines Wasserzeichens. Anderthalb Seiten, tlw. einspaltig beschrieben. Am Ende von Bl. 21 r° weist ein Kustos auf den Anfang von Bl. 21 v° hin. Die Schlussbemerkung (S. 87.1–2) ist wohl nachträglich hinzugefügt worden.

5

Datierungsgründe: Das vorliegende Stück N. 10, das auf für Leibnizens erste Hannoveraner Zeit mehrfach belegtem Papier verfasst ist, weist einen engen inhaltlichen Zusammenhang mit N. 8 *Tentaminum de chordarum tensione schedae* (Dezember 1680) auf. Dies zeigt sich auch daran, dass in N. 10 ebenso wie in N. 8 das Verhältnis zwischen der Dicke einer Saite und der Frequenz ihrer Schwingung noch der Vorlage entspricht, die Leibniz in H. Fabris *Physica* vorfand (vgl. N. 10, S. 84.4–5 mit N. 8₂, S. 41.10–12; N. 8₄, 10 S. 52.10; N. 8₆, S. 64.12–13). Dem Ansatz nach knüpft N. 10 vornehmlich an N. 8₆ an: Möglicherweise hätte N. 10 die (nicht weiter ermittelten) Untersuchungen über den Isochronismus der Schwingungen umfassen sollen, die u.a. am Ende von N. 8₆ (S. 70.13–14) angekündigt werden. Demnach dürfte N. 10 etwa zur gleichen Zeit wie N. 8₆ (10./20. Dezember 1680) oder etwas später entstanden sein.

Die am Ende von N. 10 mit anderer Tinte verfasste Bemerkung (S. 87.1–2) muss jedoch nach- 15 trächtig hinzugefügt worden sein. Leibniz spielt dort offenbar auf die Überlegungen zur Bruchfestigkeit der Balken an, die er ab Ende Juli/Anfang August 1682 im Austausch mit E. Mariotte entwickelte und in dem zwischen Ende Januar 1683 und Ende Juni 1684 entstandenen Textkomplex N. 14 niederschrieb (siehe die editorische Vorbemerkung hierzu, S. 169 ff.). Dort unterscheidet er zwei Betrachtungsweisen bzw. „Hypothesen“ über den Bruch eines Balkens: Die eine, die er Galilei zuschreibt, geht von der An- 20 nahme eines vollkommen starren, auf einmal durchbrechenden Balkens aus (vgl. tatsächlich G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 114 f.; GO VIII, S. 156 f.); die andere „Hypothese“, von Mariotte und Leibniz selbst vertreten, setzt hingegen einen bis zum Bruch stetig biegsamen Balken voraus (siehe etwa N. 14₆, S. 225.5–8; 226.3–4; dieselbe Unterscheidung liegt aber bereits N. 14₁ zugrunde). Aus diesen verschiedenen Grundannahmen folgen verschiedene Berechnungen des Bruchwiderstands eines Balkens (siehe 25 die editorische Vorbemerkung zu N. 14, S. 170.5–171.28). Nur nach Leibnizens „Hypothese“ gilt aber, dass der Balken entlang der Bruchlinie einen Widerstand leistet, der in einem quadratischen Verhältnis zum Abstand vom Bruchzentrum steht (N. 14₆, S. 228.11–229.1); nach der Galilei zugeschriebenen „Hypothese“ soll dieses Verhältnis vielmehr linear sein (ebd., S. 222.9–223.4). Somit ist nicht unmittelbar ersichtlich, worauf Leibniz genau anspielt, wenn er in der Schlussbemerkung von N. 10 festhält: *diversas 30 licet proportiones tamen rem reducere demum ad duplicatam, ut in resistentia solidorum expertus sum, sive Galilei hypothesi sive mea uterer* (S. 87.1–2). Trotzdem ist nicht zu bestreiten, dass diese Beobachtung auf die Auseinandersetzung mit der Festigkeit der Balken im Rahmen des Textkomplexes N. 14 anspielt. Daher kann die Schlussbemerkung nur nach Ende Juli/Anfang August 1682 verfasst worden sein. Da Leibniz aber ab März/April 1683 aufhört, Galileis „Hypothese“ als gleichberechtigte Betrach- 35 tungsweise zu behandeln (siehe die editorische Vorbemerkung zu N. 14, S. 171.29–172.3), so dürfte die Schlussbemerkung noch davor entstanden sein.

[21 r°]



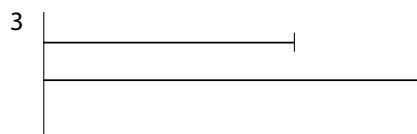
[Fig. 1]

(1) Unius chordae (eandem longitudinem et tensionem servantis) vibrationes majores minoresque sunt aequidiurnae.



[Fig. 2]

(2) Duae chordae ejusdem materiae uniformis quae sunt aequae tensae et aequae longae,
5 sed inaequaliter crassae[,] nihilominus habent tempora vibrationum aequalia[,] nisi aeris
resistentia obstet. Forte tamen non obstat.

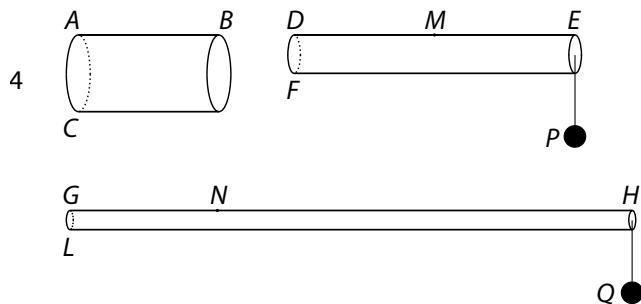


[Fig. 3]

(3) Duae chordae aequae tensae, sed longitudine inaequales habent tempora vibrationum in ratione longitudinum.

4 quae sunt erg. L 4 et erg. L 5f. nisi aeris [...] non obstat erg. L 8-S. 85.1 longitudinum.
| (4) gestr. | Unius L

5 sed inaequaliter crassae: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 223; 224 (Bd. II, Lyon 1670,
S. 215b; 216a; 216b).



[Fig. 4]

Unius ejusdemque chordae tensiones seu vires quibus in unaquaque tensione sustentari potest, sunt ut quantitates excessuum super statum naturalem. Quae ut aestimentur considerandum est chordam eo magis tensam esse quo fit tenuior, seu spatium occupat angustius, quo autem spatium occupat angustius, eo necesse est ut longior sit. Sit chorda cuius status naturalis ABC , violenti duo DEF et GHL , sitque basis seu circulus DF , dimidius baseos seu circuli AC , erit DE dupla ipsius AB . Si vero basis seu circulus GL sit quarta pars circuli AC , erit longitudo GH quadrupla ipsius AB . Certum est vim ad tendendum necessariam sumendam esse a quantitate effectus. Effectus autem totus aestimari potest a chordae tenuitate, nam eo tensior est chorda quo est tenuior. Tenuitatem autem aestimo non a diametro, sed a tota area baseos, seu angustia spatii 10 quod occupatur. Est ergo status violentus excessus tenuitatis, id est diminutio baseos, seu erit pondus P ad pondus Q ut circ. AC – circ. DF ad circ. AC – circ. GL . Sive: P :

1f. tensiones (1) sunt inter se (2) seu vires quibus in (a) ea tensione (b) unaquaque tensione [...] sunt ut (aa) longitudines. (Ad hanc jam positionem) (bb) quantitates excessuum L 2f. naturalem. (1) Nam (2) Quae ut aestimentur (a) consideranda (b) considerandum est (aa) chorda (bb) chordam L 3f. seu (1) minus (2) spatium occupat angustius, L 6 erit (1) GH dim (2) DE (a) dimidia (b) dupla L 6 ipsius erg. L 7 AB . (1) Ajo vires (2) Sit DM aequ. AB , et GN etiam aequ. AB . Dico tensiones seu vires tendentes chordam AB , in chordam DE (a) vel (b) et GH esse inter se ut ME ad NH . Quod sic ostendo. (3) Certum est L 10f. seu (1) spatio quod occupatur (2) angustia spatii quod occupatur. L 11f. baseos, (1) differentia autem inter basin FD et AC est ad differentiam (2) jam AC : (3) DF et AC (4) seu erit (a) vis (b) pondus P [...] circ. GL . (aa) Jam (bb) Sive: L

12-S. 86.4 $P:Q \dots AB \cdot DE$: In den Proportionen hat Leibniz bei auftretenden Differenzen die an sich nötigen Klammern vernachlässigt.

$Q \stackrel{1}{::} \odot AC - \odot DF : \odot AC - \odot GL$. Jam $\odot AC : \odot DF \stackrel{2}{::} DE : AB$. Et $\odot AC : \odot GL \stackrel{3}{::} GH : AB$. Ergo $\odot DF \stackrel{4}{aequ.} \frac{\odot AC \cdot AB}{DE}$ et $\odot GL \stackrel{5}{aequ.} \frac{\odot AC \cdot AB}{GH}$. Quos valores 4, 5 substituendo in proport. 1, fiet: $P : Q :: \odot AC - \frac{\odot AC \cdot AB}{DE} : \odot AC - \frac{\odot AC \cdot AB}{GH}$ seu $:: \frac{DE - AB}{DE} : \frac{GH - AB}{GH}$.

Ergo $P : Q :: GH \cdot DE - AB \cdot GH : GH \cdot DE - AB \cdot DE$.

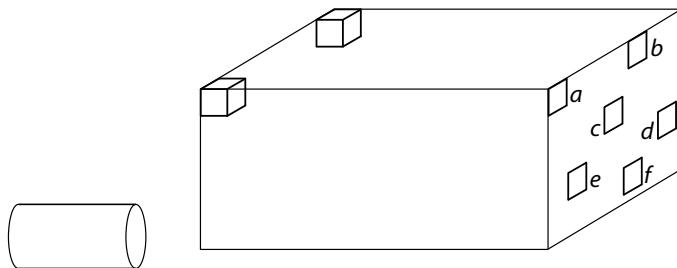
5 Cum tamen contrarius oriturus fuisset calculus si non a tenuitate incepissemus indeque ad longitudinem fuisse mus ratiocinati, sed incepissemus a longitudine ratiocinantes inde ad tenuitatem, itaque non est probus hic calculus, sed assumendus ejusmodi qui utrobique succedat eodem modo, sive longitudine sola, sive tenuitate sola rem aestimes.

10 Effectus ergo quantitas aestimanda a quantitate transmutationis. Ea vero aestimabitur ratione ipsius DE ad AB sive GH ad AB . Quo posito erunt vires inter se ut longitudines, vel ut tenuitates sive reciproce ut bases; sive reciproce ut quadrata diametrorum. Nimirum non tam spectandum quantum longitudini adjectum vel tenuitati ademtum; sed quae sit ratio producti ad prius.

15 Sane considerandum an chorda jam tensa difficilius tendatur ut ante. Quod si dicamus [21 v^o] unius ejusdemque chordae vires tendentes seu tensiones esse ut longitudines, tunc etiam oriri videtur absurdum. Nam in statu naturali, seu in quo chorda sponte sua manet, nulla est tensio, neque vis tendens, et tamen est aliqua longitudo. An ergo erunt vires ut logarithmi rationum longitudinis unius ad alteram[:] cum nulla longitudo una alteri aequalis est, seu cum eadem relicta, logarithmus (pro unitate scilicet, seu ratione aequalitatis) erit nihil. Verum nobis non licet pro arbitrio nostro sic fingere proportiones 20 etsi in aliquibus consentiant.

Non licebit ex hac incertitudine exire donec fingamus Machinam ex multis particulis compositam, eamque secundum leges hypotheseos nostrae seu assumtae tensorum naturae tractemus.

1 $\odot AC - \odot GL$. (1) Jam (2) Sive $P : Q ::$ (3) Jam $\odot AC : \odot DF \stackrel{2}{::} DE : AB$. L 3f. $\frac{GH - AB}{GH}$.
 (1) Seu (2) Ergo L 9f. transmutationis. (1) Ea erit (2) Ea vero aestimabitur L 10f. erunt (1) inter se ut longitudines (2) vires inter se ut longitudines, L 14 tensa | non *gestr.* | difficilius L 14f. ante. (1) Sed si hoc non est, concludo: (4) Unius ejusdemque chordae tensiones seu vires tendentes esse ut longitudines (2) Quod si [...] ut longitudines, L 18f. longitudinis (1) violentae | ad naturalem *streicht Hrsg.* | (2) unius ad alteram (a) tunc enim non (b) cum nulla (aa) est (bb) longitudo una alteri aequalis est, L 19f. logarithmus (1) erit (2) (unitatis scilicet (3) (pro unitate [...] aequalitatis) erit (a) unitas (b) nihil. L 20 sic (1) fingi (2) fingere L



[Fig. 5]

Notandum est diversas licet proportiones tamen rem reducere demum ad duplicitam, ut in resistantia solidorum expertus sum, sive Galilei hypothesi sive mea uterer.

Under [Fig. 5]: Ponamus Prisma constare ex meris quadratillis[,] horum plurima *a b c d f* intervallis dissita educi una cum his quae post ea sunt per totam prismatis longitudinem[,] educta autem in unum compelli.

1f. Notandum [...] uterer: Die Schlussbemerkung ist mit einer anderen Tinte und in einem anderen Schreibduktus verfasst als der übrige Text. 2 ut [...] uterer: Siehe hierzu die Erläuterung in den Datierungsgründen (S. 83.15–37).

11. CHORDAE AEQUABILES AEQUALITER TENSAE HABENT SONOS
 LONGITUDINIBUS RECIPROCE PROPORTIONALES
 [Ende 1680 (?) – 1685 (?)]

Überlieferung:

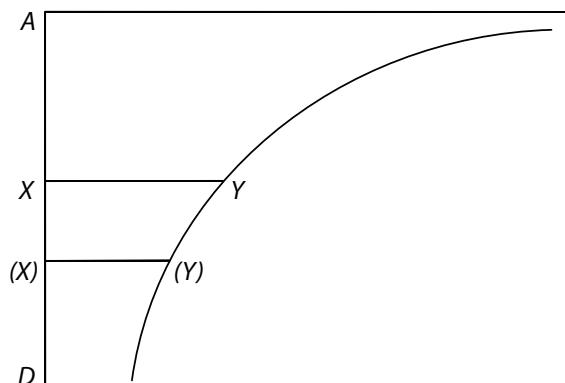
L Notiz: LH XXXVII 1 Bl. 26. Ein Zettel (10 x 9 cm). Text und Diagramme auf Bl. 26 r°.
 Bl. 26 v° leer bis auf die Spur einer mit Bleistift verfassten Rechnung möglicherweise von fremder Hand:

$$\begin{aligned} \int x \langle - \rangle x + 1, x + 2 &= \frac{x, \langle - \rangle x + \langle - \rangle}{4} \\ \int x &= \frac{x_1 (x_2 \langle - \rangle x_1)}{4} \\ &- \langle - \rangle \int xx - \langle - \rangle \int x \end{aligned}$$

E GERLAND 1906, S. 35.

- 10 **Datierungsgründe:** Ausgangspunkt der Notiz N. 11 ist die Feststellung, dass gleichartige Saiten beim Schwingen Klänge erzeugen, deren Frequenz bei gleichbleibender Spannung jeweils in umgekehrtem Verhältnis zur Länge der Saiten steht. Diese Feststellung ist in Leibnizens Texten über die Akustik mehrmals anzutreffen, etwa in N. 82, S. 40.11–12; N. 86, S. 64.14–15; N. 122, S. 109.13–14; N. 123, S. 128.13–129.2; N. 13, S. 160.7–12. Die Entstehungszeit dieser Texte erstreckt sich insgesamt vom Dezember 1680 bis
 15 zum Jahre 1685. Diese Zeitspanne wird – mangels weiterer Anhaltspunkte – im Ganzen als Datierung von N. 11 übernommen. Eine frühere oder spätere Entstehung des Textes ist jedoch nicht auszuschließen.

[26 r°]

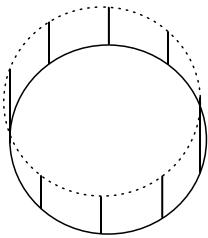


[Fig. 1]

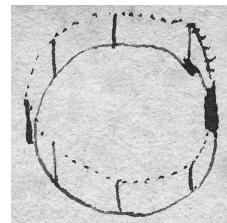
Si chorda musica AD varie dividatur in punctis $X, (X)$, etc. sonos edet proportionales rectis $XY, [(X)(Y),]$ posito AXD esse Asymptoton Hyperbolae $Y(Y)$, et AX abscissas, et XY ordinatas. Nam chordae aequabiles aequaliter tensæ, habent sonos longitudinibus reciproce proportionales. Hinc dicimus reciprocos arithmeticorum esse progressionis harmonicae, ubi ea est proprietas, ut differentiae trium sint ut extrema.

5

[Auf Bl. 26 r°, ohne erkennbaren Zusammenhang mit dem Text:]



[Fig. 2a]



[Fig. 2b]

1 etc. erg. L 2 $(X)Y$ L ändert Hrsg. 3 Nam (1) chorda aequabilis aequaliter tensa, habet (2) chordae aequabiles aequaliter tensæ, habent L 5 differentiae (1) sint (2) trium sint ut (a) extrema{rum}. (b) extrema. L

12. COGITATIONES NOVAE DE SONO

[zweite Hälfte August 1681 – erste Hälfte 1685]

Bei den folgenden Stücken N. 12₁ bis 12₅ handelt es sich um Texte, die sowohl ihrem Inhalt wie ihrer Entstehung nach eng miteinander zusammenhängen. Obwohl sie von Leibniz nicht datiert wurden, lässt sich ihre Reihenfolge und Entstehungszeit anhand des Briefwechsels genau bestimmen.

Der Helmstedter Medizinprofessor G. C. Schelhammer kündigte in seinem Brief an Leibniz vom 8. (18.) November 1680 eine *auditus explicationem plane novam* an (*LSB* III, 3 N. 124, S. 286.17–18), womit er offenbar seine (erst 1684 erschienene) Abhandlung *De auditu* meinte. In seiner Antwort vom 6. (16.) Dezember 1680 erwähnte Leibniz angebliche ältere Aufzeichnungen *de modo, quo fit sonus ac propagatur* (nicht ermittelt; siehe aber die Datierungsbegründung von N. 1), und behauptete zudem, die Gesetze der Schwingungen *ex intima Geometria* ergründet zu haben (*LSB* III, 3 N. 139, S. 305.3–5), womit er wohl auf N. 9 anspielte. In seiner Entgegnung vom 31. Dezember 1680 (10. Januar 1681) äußerte Schelhammer den Wunsch, mehr von Leibnizens Überlegungen zu erfahren (*LSB* III, 3 N. 153, S. 318.19–21). Die Antwort an Schelhammer von Februar/März 1681 überliefert Leibnizens erste (erhaltene) ausführliche Darstellung, wie der Schall aus vibrierenden elastischen Körpern entstehe, sich in die Luft als elastisches Fluidum ausbreite und ins Ohr aufgenommen werde (*LSB* III, 3 N. 182, S. 355–361). Die Texte N. 12₁, 12₂ und 12₃ knüpfen sämtlich an diese Darstellung an. Schelhammer drückte in seiner weiteren Entgegnung vom 13. (23.) April 1681 Zustimmung und Tadel aus: Unter anderem hielt er fest, dass selbst ein unelastischer Körper wie etwa ein Kissen, geschlagen, einen Klang erzeuge (*LSB* III, 3 N. 206, S. 395.13–396.5). Leibniz erhielt Schelhammers Brief erst am 4. (14.) August 1681 und erwiderte auf den Einwand in einer Randbemerkung (ebd., S. 396.12–14). Dieselbe Erwiderung findet sich dann in N. 12₁, 12₂ und 12₃ (S. 95.14–15; 105.17; 117.1–3) wieder. Die zweite Hälfte August 1681 ist daher als *Terminus post quem* der Gesamtdatierung von N. 12 anzusehen.

Schon im März/April 1681 hatte E. Mariotte an Leibniz von seinem Vortrag *sur l'usage des organes de l'ouye* an der Pariser Akademie geschrieben (*LSB* III, 3 N. 193, S. 375.1–14). Die von Mariotte mitgeteilten Einzelheiten über die Anatomie des Ohres ergänzten nun die Darstellung akustischer Phänomene, die Leibniz kurz davor an Schelhammer gesendet hatte. Am 8. August 1681 berichtete Mariotte ferner über einen vom Arzt J.-G. Duverney an der Pariser Akademie gehaltenen Vortrag zur Anatomie des Ohres (*LSB* III, 3 N. 262, S. 464.7–18), woraus Duverneys Abhandlung *De l'organe de l'ouie* (1683) entstehen sollte. In der zweiten Hälfte August 1681 fasste Leibniz für Mariotte seine Ansichten über Entstehung, Übertragung und Aufnahme des Schalls zusammen, wobei er auch auf Schelhammers „Kissen“-Einwand einging (*LSB* III, 3 N. 269, bes. S. 479.16–20). Mariotte teilte Leibniz am 29. November 1681 seinen Beifall mit (*LSB* III, 3 N. 297, S. 518.14–519.1).

Vor dem Jahresende verfasste Leibniz noch eine ausführliche Antwort auf Schelhammers Brief vom 13. (23.) April, in der er auf sämtliche Einwände des Helmstedter Professors einging (*LSB* III, 3 N. 311, *L¹*). Der Tod von Schelhammers Schwiegervater H. Conring am 22. Dezember 1681 veranlasste Leibniz jedoch dazu, diese erste Fassung seiner Antwort durch eine zweite, kürzere und weniger detaillierte (ebd., *L²*) zu ersetzen, die am 13. (23.) Januar 1682 auch versendet wurde.

Auf die von Leibniz 1681 verfassten Briefe an Schelhammer und Mariotte bezieht sich das Konzept N. 12₁ in seiner Überschrift ausdrücklich: *De soni generatione, propagatione et expressione in organo, Mechanice explicatis; excerpta ex Epistolis G.G.L. ad viros quosdam clarissimos, qui in Germania Galliaque idem argumentum versant.* Gemeint sind damit zweifelsohne die Briefe an Schelhammer von Februar/März (*LSB* III, 3 N. 182) und an Mariotte von der zweiten Hälfte August (ebd. N. 269). Dabei

könnte N. 12₁ älter sein als die erste Fassung des Briefes an Schelhammer vom Januar 1682 (*LSB* III, 3 N. 311, *L¹*), in der Leibniz den Ausdruck *sonus clappans* als Bezeichnung für einen zu hohen, stumpfen Klang verwendet (ebd. N. 311, *L¹*, S. 547.22–25); ähnlich äußert er sich im späteren Text N. 12₃ (S. 129.2–4), nicht aber in N. 12₁ oder 12₂. Daher dürfte N. 12₁ zwischen der zweiten Hälfte August und dem Jahresende 1681 als Überarbeitung der in den erwähnten Briefen dargestellten Inhalte entstanden sein. 5 Da das Phänomen des *sonus atonus* aber bereits im Brief an Mariotte aus der zweiten Hälfte August 1681 geschildert wird (jedoch ohne die Bezeichnung *sonus clappans*: *LSB* III, 3 N. 269, S. 480.2–6), ist nicht auszuschließen, dass N. 12₁ doch nach Leibnizens Brief an Schelhammer N. 311 verfasst wurde, d.h. im Laufe des Jahres 1682, jedenfalls aber vor dem Konzept N. 12₃, *L¹*.

Das titellose Konzept N. 12₂, dem editorisch die Überschrift *Explicatio mechanica soni* zugewiesen 10 wird, ist wohl im selben Zeitraum wie N. 12₁, aber der Reihe nach als zweites entstanden. Denn obschon N. 12₂ im Anfangsteil einen stichwortartigen Charakter aufweist und insgesamt weniger ausführlich als N. 12₁ ist, wird in N. 12₂ eine größere Anzahl an Einzelheiten berücksichtigt, die später in N. 12₃ Eingang finden; unberührt bleibt in N. 12₂ allerdings (wie in N. 12₁) das dritte und letzte in N. 12₃ behandelte Thema, nämlich die Aufnahme des Schalls ins innere Ohr. Ferner sind in N. 12₂ Quellen erwähnt, die in 15 N. 12₃ besprochen werden, in N. 12₁ hingegen unbenannt bleiben: etwa Otto von Guericke's *Experimenta nova* (Amsterdam 1672). Somit ist N. 12₂ wahrscheinlich erst nach N. 12₁ entstanden und kann – nebst N. 12₁ – als unvollständiger Entwurf zu N. 12₃ betrachtet werden.

Das Konzept N. 12₃, *L¹* nimmt in der Überschrift *Explicatio Soni et auditus ex epistola ad amicum hyeme superiori scripta* offenbar auf Leibnizens Brief an Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682 Bezug. 20 Die Angabe *hyeme superiori* legt nahe, dass das Konzept frühestens im Frühjahr 1682 und spätestens im Winter 1682/1683 angefertigt wurde, jedenfalls bevor es vom Sekretär J. D. Brandshagen abgeschrieben wurde. In seinem Brief vom 28. April 1682 an C. Pfautz, Mitherausgeber der *Acta eruditorum*, bezieht sich Leibniz wohl auf das Konzept N. 12₃, *L¹*, als er mit Blick auf eine mögliche Veröffentlichung berichtet, bei sich eine *dissertatiuncula* zu haben, die gut zwei Bogen umfasse und zum ersten Mal die Entstehung 25 des Schalls *plane mechanice* erkläre (*LSB* III, 3 N. 345, S. 596.20–597.2). Daher ist anzunehmen, dass Ende April 1682 das Konzept N. 12₃, *L¹* gerade entstanden oder in Entstehung war.

Brandshagens Reinschrift N. 12₃, *l*, die auf dem Konzept *L¹* beruht, hat Leibniz mit der neuen Überschrift *Cogitationes novae, quomodo formetur sonus, et per aerem propagetur, atque in organo auditus exprimatur* versehen und vornehmlich im Schlussteil überarbeitet (Textschicht *Lil*). Da sich 30 Brandshagen aber vom Spätherbst 1681 bis zum September 1683 in Kopenhagen aufhielt, wurde die Reinschrift N. 12₃, *l* frühestens im Herbst 1683 und spätestens vor ihrer Überarbeitung durch Leibniz abgefasst, welche nicht vor Mitte Juni 1684 begonnen haben dürfte (siehe unten). Dies wird ferner von einem der in den Textträgern von N. 12₃, *l* vorliegenden Wasserzeichen bestätigt, das im Leibniz-Nachlass nach heutigem Wissensstand nur für die Jahre 1683 und 1684 belegt ist. 35

Um die überarbeitete Fassung der Reinschrift N. 12₃, *l* (Textschicht *Lil*) zu datieren, erweist sich einerseits als ausschlaggebend, dass Leibniz in der neuen Schlusspassage (S. 145.13) Mariottes Tod (12. Mai 1684) erwähnt. Hiervon hat er vermutlich erst nach Mitte Juni 1684 durch die an ihn gerichteten Briefe von C. Brosseau und N. Douceur erfahren (*LSB* I, 4 N. 381, S. 468.4; III, 4 N. 56, S. 119.2); er selbst weist auf Mariottes Tod erstmals in seinen Briefen an J.-B. Du Hamel und Brosseau vom 11. (21.) 40 Juli 1684 hin (*LSB* III, 4 N. 62, S. 130.12; I, 4 N. 390, S. 475.4–6). Demnach dürfte die Überarbeitung von N. 12₃, *l* (Textschicht *Lil*) nicht vor der zweiten Hälfte Juni 1684 begonnen haben. Andererseits kann sie aber nicht vor der Anfertigung des Teilkonzeptes N. 12₃, *L²* abgeschlossen worden sein, das weder vor März 1685 noch viel später als Mitte April desselben Jahres entstanden sein dürfte (siehe unten).

Diese Feststellung ermöglicht ferner die Datierung der Stücke N. 124 und N. 125, d.h. der Auszüge aus Schelhammers Abhandlung *De auditu* und Duverneys *Tractatus de organo auditus*. Leibniz hat diese Auszüge bei seiner Überarbeitung der Reinschrift N. 123, *l* (Textschicht *Lil*) mit einbezogen. Hierüber gilt es Folgendes zu bemerken:

Bei den in N. 124 edierten Auszügen aus Schelhammers *De auditu* (Leiden 1684) geht es vorwiegend um die von G. Fracastoro in *De sympathia* (Venedig 1546) abgegebene Erklärung der Schallausbreitung sowie um den in Helmstedt durchgeföhrten Versuch zum „Paradoxon“ der gleichförmigen Schallgeschwindigkeit. Leibniz schreibt am 6. (16.) Mai 1684 an F. Schrader, Schelhammers Buch „gesehen“ zu haben, und geht auf eben beide Themen, die Gegenstand der Auszüge sind, ein (*LSB* III, 4 N. 55, S. 116.5–16; 117.5–17). Leibniz verweist auf Schelhammers Buch ferner in der überarbeiteten Fassung der Reinschrift N. 123, *l* (Textschicht *Lil*) und nimmt dort auf die in N. 124 exzerpierten Stellen erneut Bezug (S. 134.11–14; 132.10–11). Im überarbeiteten Schlussteil der Reinschrift erwähnt er das Erscheinen von Schelhammers Buch ausdrücklich, jedoch nicht als unmittelbar vorausgegangenes Ereignis (S. 145.10–12). Aus diesen Eckdaten lässt sich schließen, dass N. 124 wahrscheinlich kurz vor dem Brief an Schrader, d.h. im Frühjahr 1684, verfasst wurde, jedenfalls nicht nach der Überarbeitung der Reinschrift N. 123, *l*, d.h. spätestens in der ersten Hälfte 1685.

Die in N. 125 edierten Auszüge sind der lateinischen Übersetzung von Duverneys Abhandlung über das Gehörorgan (*Tractatus de organo auditus*, Nürnberg 1684) entnommen. Von diesen Auszügen rührte zunächst das Teilkonzept N. 123, *L²* her, das Leibniz dann als Vorlage für die Überarbeitung eines umfangreichen Textabschnitts im Schlussteil der Reinschrift N. 123, *l* verwendet hat (S. 142.4–145.7, Textschicht *Lil*). Er selbst räumt im neuen Schlussteil ein, viel von Duverneys Ausführungen profitiert zu haben (S. 146.2–4, *Lil*). Die Auszüge aus Duverneys Buch müssen folglich zu dem Zeitpunkt vorgelegen haben, als Leibniz das Teilkonzept N. 123, *L²* verfasst hat, d.h. frühestens im März 1685 und nicht viel später als Mitte April desselben Jahres (siehe unten). Dem 1684 veröffentlichten Katalog der Leipziger und Frankfurter Buchmessen entnimmt man ferner, dass die lateinische Fassung von Duverneys Abhandlung über das Gehörorgan zwar bereits (bei ungenauer Angabe des Titels) auf der Ostermesse angekündigt, erst aber auf der Michaelismesse aufgestellt wurde (vgl. *Catalogus universalis*, Osterheft, S. E3 r^o; Herbstheft, S. A4 v^o). Daher ist auszuschließen, dass sie vor dem Osterfest (30. März bzw. 2. April) 1684 erschienen war. Die Auszüge aus Duverneys Buch sind demnach zwischen April 1684 und Mitte April 1685 zu datieren. Da Leibniz ferner im überarbeiteten Schlussteil der Reinschrift N. 123, *l* auf Duverneys Abhandlung als *novissime* erschienen anspielt (S. 145.10–12, *Lil*), ist zwischen dem Entstehen von N. 125 und der Überarbeitung der Reinschrift N. 123, *l* kein weiterer Zeitabstand anzunehmen.

Die Datierung des Teilkonzeptes N. 123, *L²*, welches auf den Auszügen N. 125 beruht und als unmittelbare Vorlage eines umfangreichen Abschnitts des überarbeiteten Schlussteils der Reinschrift N. 123, *l* (S. 142.4–145.7, Textschicht *Lil*) gedient hat, lässt sich unter Berücksichtigung folgender Umstände bestimmen. Das Teilkonzept ist auf einem Umschlag überliefert, der die Anschrift von J. F. Leibnizens Hand trägt. Den dazugehörigen Brief an G. W. Leibniz dürfte sein Halbbruder zwischen dem 28. Februar (10. März) und dem 8. (18.) April 1685 gesendet haben (*LSB* I, 4 N. 573; 574; 577). Auf demselben Umschlag liegen neben dem Teilkonzept N. 123, *L²* auch Hilfsrechnungen von G. W. Leibnizens Hand vor, welche in unmittelbarem Zusammenhang mit einem Brief stehen, den G. W. Leibniz am 14. (24.) April 1685 an den Rechtsanwalt Q. F. S. Rivinus gesendet hat (*LSB* I, 4 N. 581). Hieraus lässt sich schließen, dass das Teilkonzept N. 123, *L²* höchstwahrscheinlich weder vor März 1685 noch viel später als Mitte April desselben Jahres verfasst wurde. Auch die gesamte Überarbeitung der Reinschrift N. 123, *l* kann folglich nicht vor dieser Zeitspanne abgeschlossen worden sein.

Das Gesamtstück N. 12 ist demzufolge in einer Zeitspanne entstanden, die sich von der zweiten Augsthälfte 1681 bis zur ersten Hälfte 1685 erstreckt. Aus welchem Grund die *dissertatiuncula* N. 12₃ nach der in der zweiten Hälfte 1684 oder der ersten Hälfte 1685 durchgeföhrten Überarbeitung nicht zur beabsichtigten Veröffentlichung gelangte, ist nicht bekannt. Aufgrund der in N. 12 behandelten Thematik wird dem Gesamtstück die redaktionelle Überschrift *Cogitationes novae de sono* zugewiesen.

12₁. DE SONI GENERATIONE, PROPAGATIONE ET EXPRESSIONE IN
ORGANO, MECHANICE EXPLICATIS
[zweite Hälfte August 1681 – 1682]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 1 Bl. 18–19. Ein Bogen 2°. Vier jeweils zum Falz hin einspaltig beschriebene Seiten.

E GERLAND 1906, S. 11–15.

5 [18 r°]

De soni generatione propagatione et expressione in organo,
Mechanice explicatis; excerpta ex Epistolis G.G.L. ad viros quosdam clarissimos,
qui in Germania Galliaque idem argumentum versant.

Quae hactenus extant de hoc arguento nondum satisfaciunt. Vetustissima est explicatio
10 per circulos lapillo in aquam projecto nascentes; quidam aerem ad instar pulveris et sagit-
tularum excuti arbitrantur, aut originem soni explicant ebullitione quadam aeris tremulo
sonori corporis motu in innumeris partes divisi, quemadmodum aquam in vase turbari
videmus, in quo baculus ultro citroque celerrime agitatur. Sed hae explicationes rei inti-
ma non tangunt, nec aditum ad phaenomena primaria distinete explicanda praebent,
15 nec ostendere possunt, quomodo ipse tonus seu soni gradus tam accurate propagetur; nec
adhibent Elastrum aeris, sine quo aptum propagando sono vehiculum non esset. Circuli

8 in (1) Gallia et (2) Germania Galliaque *L* 9 hactenus (1) habentur (2) extant *L* 10 circulos
(1) in aquam (2) lapillo in aquam projecto *L* 12 quemadmodum (1) aerem (2) aquam *L* 13 Sed
| omnes *gestr.* | hae *L* 14 phaenomena (1) singularia (2) primaria *L* 15 gradus (1) propagetur
(2) tam accurate propagetur; *L*

7 Epistolis: G. W. LEIBNIZ, Brief an G. C. Schelhammer von Februar/März 1681 (*LSB* III, 3 N. 182); DERS., Brief an E. Mariotte von der 2. Augusthälfte 1681 (*LSB* III, 3 N. 269); DERS., Brief an G. C. Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682 (*LSB* III, 3 N. 311). 9f. Vetustissima [...] nascentes: Die Er-
klärung geht auf die Stoiker (Chrysipp) zurück; siehe DIogenes LAERTIOS, *Vitae* VII 158; Ps.-PLUTARCH, *Placita* IV 19, n. 4 (*SVF* II, n. 872; 425). Zu ihrer Verbreitung trug BOETHIUS, *De institutione musicae* I 14, bei. 10f. quidam [...] arbitrantur: Gemeint sind Atomisten wie Demokrit und Epikur; siehe P. GASSENDI, *Physica*, sectio I, lib. VI, cap. 10 (*GOO* I, S. 414b–417b) nach Ps.-PLUTARCH, *Placita* IV 19, 2–3. Die Annahme pfeilförmiger Luftteilchen als Schallvehikel geht bes. auf H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 52 (Bd. II, Lyon 1670, S. 145a) zurück. 11–13 originem [...] agitatur: Siehe etwa J. ROHALT, *Traité de physique*, partie I, chap. 26, § 25–26 (2. Aufl., Paris 1672, Bd. I, S. 278f.).

illi in aqua nihil aliud sunt quam fluctus in aquae superficie sed orbiculares, et ut alias ita hic quoque fluctus unus dilabendo producit alium, altior humiliorem, et hic iterum humiliorem, donec novissimi prope evanescant. Orbicularis ergo producit orbicularem, qui quo propior centro sive origini eo angustior sed altior, quo remotior eo depressior, sed amplior. Quae nihil cum sono commune habent, et fluctus aquae rectius vento in aere 5 quam sono comparantur.

Explicationis meae summa haec est: Omnia quae sonant tremere, quae tremunt ea aeri corporibusque tensis sed maxime homotonis novas trepidationes communicare corporis sonori trepidationibus isochronas, aures nostras eo naturae artificio conditas esse, ut sint omnibus corporibus quorum sonos percipimus homotonae. Itaque considero 10 objectum sonans instar chordae pulsatae, organon vero auditus instar chordae homotonae sine contactu ad prioris pulsationem resonantis.

Quod omne sonans tremat instar chordae pulsatae et proinde Elasticum sit, plerique hodie consentiunt, quia tamen vir quidam doctus scrupulum injecit de corpore molli, ut est culcitra quae icta sonum edit, cum mollis tamen videatur, sciendum est ictum esse 15 posse tam fortē ut culcitra rumpatur, omne autem quod rumpitur, antea tenditur, ita-

1 fluctus (1) orbiculares seu cumuli (a) aquae (b), in circulum surgentes, fluctus autem (2) in (a) ipsa (b) aquae superficie sed orbiculares, L 2 fluctus | dilabendo (1) {ut cumuli} (2) ut solent cumuli erg. u. gestr. | unus | dilabendo erg. | producit L 3 novissimi (1) fiant (2) prope evanescant. L 3 producit erg. L 4 sive origini erg. L 4f. depressior, sed (1) circulum concentricum necessario facit majorem (2) amplior. L 5 aquae (1) vento aeris rectius (2) rectius vento in aere L 7 est: (1) Primo (2) Omnia L 8f. homotonis (1) ejusdem durationis trepidationes (2) novas trepidationes communicare (a) prioribus isochronas (b) corporis sonori trepidationibus isochronas, L 10 Itaque (1) tremor (2) considero L 12 contactu | (alio quam intermedii aeris) gestr. | (1) resonantis (2) ad prioris pulsationem resonantis. L 13f. tremat (1), consentiunt hodie plerique, quia tam (2), et proinde Elasticum sit, plerique hodie consentiunt, quia tamen (3) instar chordae [...] quia tamen L 14f. de (1) culcitra aut corpore aliquo (a) molli (b) fluido (2) corpore molli, ut est culcitra L 16 antea | nonnihil gestr. | tenditur, L

13f. Quod [...] consentiunt: Siehe bes. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 52 (Bd. II, S. 147a); auch J. WALLIS, *Mechanica*, pars III, cap. 13, prop. 1, schol. (London 1670–1671, S. 691f.). Dass der Schall aus vibrierenden Körpern entstehe, betonen ferner ROHAULT, *Traité de physique*, partie I, chap. 26, § 14ff. (S. 275ff.); C. F. M. DECHALES, *Cursus*, tract. XXII, prop. 40 (Lyon 1674, Bd. III, S. 41a–b). 14f. vir [...] videatur: Siehe den Einwand in G. C. SCHELHAMMER, Brief an G. W. Leibniz vom 13. (23.) April 1681 (*LSB* III, 3 N. 206, S. 395.13–396.5). Leibniz erwiderte hierauf zunächst in Randbemerkungen zu diesem Brief (ebd. S. 396, Anm. 11 u. 12) sowie in seiner Antwort vom 13. (23.) Januar 1682 (*LSB* III, 3 N. 311, S. 545.10–20; 550.8–10). Anspielungen auf Schelhammers Einwand finden sich zudem in diesem Band, N. 122 (S. 105.17) und N. 123 (S. 117.1–3).

que ictus qui chordam non rumpit, sed tamen tendit, facit sonum, filamentis tensis sese restituentibus atque vibrantibus, imo nihil est tam molle aut fluidum, quod non certum habeat duritiei atque firmitatis gradum, ut ex ipsa aqua corpora impacta repercutiente intelligi potest. Porro Tonus seu gradus soni ex eo oritur quod chordae tensae vibrations posteriores sunt aequidiurnae prioribus, licet posteriores debiliores sint, ubi chorda minus excurrit. Unde chorda eundem tonum edit sive fortiter, sive debiliter pulsetur. Sonus itaque immediate repetendus est non ab ictu qui infligitur corpori sonoro, sed a restitutione corporis sonori post ictum cessantem[,] quae semper aequidiurna est eodem manente gradu tensionis et corporis magnitudine, ex quorum compositione fit tonus.

Quam propositionem alibi demonstravi, quemadmodum et multa alia nova circa rem Elasticam. Quo autem breviores aut diurniores sunt itiones et rediciones eo acutior vel gravior est sonus; unde patet aliam esse soni divisionem in acutum et gravem, quam in debilem et vehementem[:] quoniam illa a tono corporis sonori, haec a vi ictus petenda

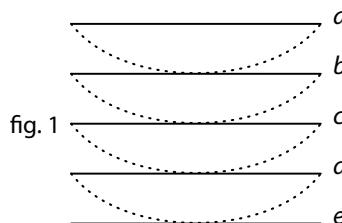
1 ictus (1) tam moderatus qui (2) ita temperatus (3) qui chordam [...] tamen tendit, *L* 2–6 vibrantibus (1). In chordae autem vib (2). Tonus soni ex eo oritur quod chordae tensae vibrationes (3), ipsa quo (4), imo nihil [...] certum habeat (a) densitatis (b) duritiei atque [...] vibrationes posteriores (aa), ubi minus excurrit chorda, sunt prioribus (aaa) isochronae (bbb) aequidiurnae (bb) sunt | aequidiurnae erg. | prioribus, licet [...] minus excurrit. *L* 6–9 Unde chorda [...] debiliter pulsetur. (1) Est (2) Sonus itaque (a) non petendus est (b) immediate repetendus [...] corpori sonoro, (aa) is enim diu (bb) sed a restitutione [...] quae semper (aaa) aequalis est et (bbb) aequidiurna est [...] fit tonus. erg. *L* 10 propositionem (1) accurate demonstratam dedi (2) alibi demonstravi, *L* 11 Elasticam. (1) Itaque (2) Quo | autem erg. | breviores | aut (1) longiores (2) diurniores erg. | sunt *L* 12 patet (1) differentia (2) aliud esse sonum distinguere (3) aliam esse soni divisionem *L* 13–S. 97.5 vehementem (1). Consonantiae quoque oriuntur a (2). Hinc et (3). Ex (4) quoniam illa a tono corporis (a) haec a (b) sonori, haec [...] Ex vibrationum | porro erg. | periodis et [...] oriuntur: Nam (aa) in octava duae chordae ita ut oportet ten (bb) si duae [...] sint, ut | vibrantes erg. | alternis ictibus consentiant seu secundus (aaa) ictus (bbb) quisque (aaaa) tensorius (bbbb) chordae tensorius (aaaaa) seu (bbbb) sive celerius (aaaaa-a) vibrantis (bbbb-b) vibrationem absolvantis ictus coincidat cuilibet (aaaaa-aa) laxioris seu tardioris (bbbb-bb) ictui laxioris [...] octava est (aaaaa-aaa) si sexto quoque ictu est quinta; si duodecimo | quoque gestr. | est quarta, si vigesimo est (bbbb-bbb) si tertius (aaaaa-aaaa) unius consentiat secun (bbbb-bbb) tensorius (aaaaa-aaaaa) conveniat (bbbb-bbbb) conci (cccc-cccc) incidat in (aaaaa-aaaaa-a) quartum (bbbb-bbbb-b) secundum laxioris, est quinta; etc. *L*

10f. Quam [...] Elasticam: Möglicherweise Anspielung auf Entwürfe über die Schwingungen der Saiten aus Dezember 1680/Anfang 1681. Ein allgemeines Theorem über den Isochronismus der Schwingungen wird nämlich in N. 86 (S. 64.18–20) und N. 10 (S. 84.2–3) formuliert, jedoch ungenau und ohne Beweis. Dass die *restitutio omnimoda* einer gespannten Saite isochron sei, wird aber in N. 85 (S. 63.10–17) und N. 9 (S. 74.18–76.8) geometrisch nachgewiesen.

est. Ex vibrationum porro periodis[,] et concentus duarum chordarum seu consonantiae et dissonantiae oriuntur: Nam si duae chordae ita tensae sint, ut vibrantes alternis ictibus consentiant seu secundus quisque chordae tensoris sive celerius vibrationem absolvantis ictus coincidat cuilibet ictui laxioris seu tardioris, octava est; si tertius tensoris incidat in secundum laxioris, est quinta; etc.

5

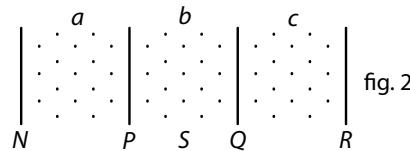
Ad concipiendam nunc melius propagationem soni fingamus (fig. 1) chordas plures homotonas *a*, *b*, *c*, *d*, *e* etc. sibi parallelas in eodem plano (in quo vibratio earum fit) disponi, easque sibi tam vicinas esse, ut chorda *a* vibratione sua feriat chordam *b*, et haec porro chordam *c*; etc. [18 v°] Cum ergo sint homotonae, quaelibet eundem edet tonum quem prima, et ita propagabitur aliquousque tonus seu soni gradus; verum cum posteriores chordae debilius pulsentur, ideo excursiones inter vibrandum ratione loci fient minores, etsi eadem maneat periodus respectu temporis. Hinc tandem alicujus chordae ut *d* excursio fiet tam parva, ut sequentem *e* non attingat, ubi cessabit propagatio. Haec ad aerem nunc transferemus, qui cum sit fluidum Elasticum seu tensionis capax, imo jam tensionem certam habens a pressione aeris incumbentis, partes ejus *a*, *b*, *c* (in fig. 2.) possunt considerari ut totidem chordae tensae, et quia continuae sunt inter se, hinc non potest vibratio unius tam exiguae esse excursionis quin proxima portio ab ea attingatur, 15 et vibratio propagetur.



[Fig. 1]

6 soni (1) fingamus (2) fingamus (fig. 1) *L* 7f. *a*, *b*, *c*, (1) *d* esse (2) *d*, *e* etc. sibi parallelas (*a*) vicinasque (*b*) in eodem [...] vicinas esse, *L* 9 etc. [18 v°] (1) Manifestum est (*a*) sonum (–) (*b*) tonum (2) Cum *L* 9 homotonae, (1) chorda (2) quaelibet *L* 10f. propagabitur (1) tonus eosque donec chordae (2) aliquousque tonus [...] posteriores chordae *L* 12f. tandem (1) fieri poterunt (2) alicujus chordae ut *d* excursio fiet *L* 14f. imo jam [...] aeris incumbentis, erg. *L* 15 (in fig. 2.) erg. *L* 16 quia | non ut chordae illae gestr. | continuae *L*

1-5 Ex vibrationum [...] etc.: Hier stellt Leibniz den Kern der Koinzidenztheorie dar, wie er ihn etwa aus G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 103-107 (GO VIII, S. 146.20-150.14) kannte. Siehe N. 123, S. 134.14-17 nebst dem Diagramm [Fig. 3b] auf S. 133.

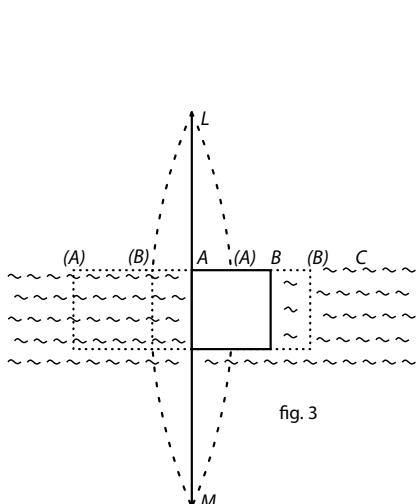


[Fig. 2]

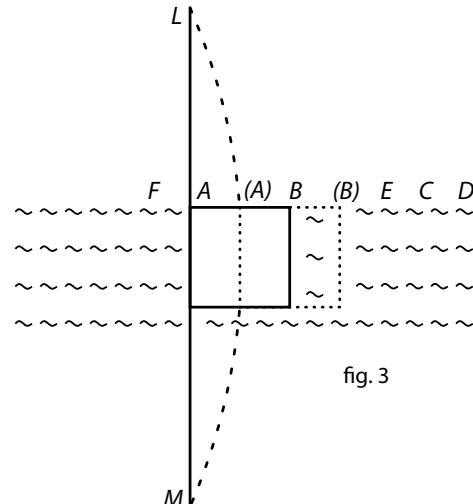
Sed explicandum est distinctius quomodo una aliqua aeris portio tremorem a corpore sonoro accipiat. Sit chorda *LM* tensa[,] fig. 3, annexumque ei corpus *AB* vibrante chorda aerem feriens (quo corpore designatae intelligi possunt ipsae partes chordae, secundum crassitatem quae hic non nisi in *AB* nunc consideratur). Cum ergo chorda vibrans ex 5 *LAM* procurrit in *L(A)M*, tunc corpus annexum ex *AB* procurrit in *(A)(B)*, aeremque in loco *B(B)* positum expellit et percutit, et cum eo tempore quo corpus vibrans occupat locum *B(B)* deserat locum *A(A)*, hinc fit ut quemadmodum ictu comprimitur aer anterior *BC*, ita vicissim dilatetur aer posterior *AF* ad locum desertum implendum. Etsi enim 10 omnis compressio et dilatatio evitari posset, si aer circulum suum statim prout oportet absolveret, ut dum aer expellitur ex *B(B)* praecise aequalis subeat in *A(A)*, tamen elastica hoc habent, ut fortiter percussa prius flectantur quam cedant seu cedant per partes potius quam tota, quod multis experimentis doceri potest. Unde notatum est ictu globi sclopetarii portam perforari potius quam claudi, et baculum vitro impositum ictu forti alterius baculi frangi posse vitro salvo. Hinc cum tam subito perfici circulus ille aeris non 15 possit, necesse est aerem anteriorem *BC* comprimi, posteriorem *AF* dilatari. Aer autem tensus, hoc est compressus vel dilatatus (generaliter enim Tensionis vocem accipio),

2 fig. 3, erg. *L* 3 feriens (1) (pro quo (2) (sub quo (3) (quo corpore *L* 4 consideratur).
 (1) Si ergo ictus quo aer percutitur sit celer, (2) Cum ergo *L* 4f. vibrans ex (1) *LM* (2) *LAM* *L*
 6f. positum | expellit et erg. | percutit, (1) similiter regressu suo ex ((*B*) in (2) is (3) et cum deserat
 (4) et pellere conatur ex loco *B(B)* in locum (*B*)*C* (5) et cum eo (a) mom (b) tempore quo [...] deserat
 locum *A(A)* *L* 7f. anterior | *BC* erg. | , | quia tam subito abscedere non potest, gestr. | ita *L*
 11 fortiter erg. *L* 11f. quam cedant | (1) (seu cedant per partes) (2) seu cedant [...] quam tota
 erg. | , quod *L* 12f. globi (1) pyrii (2) sclopetarii *L* 13f. claudi, (1) et annulum ferreum
 suspensum ex filo, (2) et frangi | ictu alterius baculi erg. | posse baculum super vitro non fracto vitro
 (3) et baculum | vitro impositum erg. | ictu forti [...] vitro salvo. *L* 14 ille (1) non (2) aeris non *L*
 16 dilatatus ((1) generalis (2) generaliter *L*

12f. ictu [...] claudi: Quelle nicht ermittelt. 13f. baculum [...] salvo: Ähnliches Beispiel in N. 4, S. 14.4–5. Wohl Anspielung auf FABRI, *Physica*, tract. II, lib. V, prop. 46 (Bd. I, Lyon 1669, S. 581b). Leibniz hat diese Stelle exzerpiert (LSB VIII, 2 N. 55, S. 515.25–27).



[Fig. 3a, gestr.]



[Fig. 3b]

sese vi sua elastica (cujus causam nunc non attingo) restituit et more tensorum aliorum vibrationes plurimas peragit primae aequidiuturnas, si nihil impediat. Sed hic nascitur difficultas[:] nam cum chorda interim ipsa novas peragat vibrationes, fieri potest ut vibrationes chordae sequentes non consentiant duratione vibrationibus aeris *BC* ex prima chordae vibratione natis, cum enim aer jam habeat suum determinatum tensionis gradum, non videtur se semper accommodare posse chordae vibrationibus. Itaque secunda chordae vibratio novum iterum aeri imprimens ictum novasque vibrationes, pugnabit cum prioribus ei prius impressis, unde sequetur non propagatio vibrationum chordae vibrationibus respondentium, sed confusio. Verum sciendum est, etsi aer habeat determinatam suam tensionem (a pondere scilicet aeris incumbentis et propria consistentia) tamen ad 10 determinatam durationem vibrationis considerandam esse non tantum tensionem corporis, sed et magnitudinem, nam constat, ex sectione monochordi, chordae ejusdem partes

5

2 plurimas erg. *L* 2f. impedit. (1) Sed hic nascitur difficultas (a) quae (b) cuius solu (c) nam cum | vero gestr. | chorda *L* 4 sequentes erg. *L* 4f. consentiant | duratione erg. | vibrationibus (1) partis (2) aeris *BC* | ex prima chordae vibratione natis erg. |, (a) nam ea (b) quia (c) quantum (d) cum | enim erg. | aer *L* 6 posse erg. *L* 6f. Itaque (1) nasceretur pugna (a) inge (b) magna (2) secunda (a) aeris im (b) impressio (c) chordae vibratio (aa) novus (bb) novum iterum [...] vibrationes, pugnabit *L* 10 incumbens (1) (2) et propria consistentia) *L* 11 tantum (1) longitudinem (2) tensionem *L* 12 monochordi, (1) chordam eandem (2) chordae ejusdem *L*

minores acutius sonare. Itaque si ponamus aeris portionem *BE* citius vibraturam esse quam chorda, portionem *BD* tardius et medium *BC* aequaliter, itaque post aliquot reciprocationes et pugnas, ipsa naturae necessitate res redibit eo, ut illae solum vibrationes conserventur seu satis magnae maneant, quae inter se et cum praedominante et toties repetita illa originaria vibratione ipsius chordae consentiunt, nempe vibrationes partium *BC* et huic aequalium destructis caeterarum vibrationibus. Unde mirabile sequitur collarium, nempe aerem praecise dividi in partes vibrantes magnitudinis determinatae quae inter se sunt aequales, quousque aer eundem habet tensionis gradum, tales sunt *a*, *b*, *c* in fig. 2 [19 r^o] quarum prima *a* respondeat ipsi *BC* in fig. 3. Quemadmodum jam portio *a* vel *BC* vibratione chordae pulsatur, et ad vibrandum incitatur, ita portio aeris *a* pulsat portionem *b* et *b* portionem *c* et ita porro. Atque ita sonus propagatur per aerem eodem semper manente tono seu isochronismo vibrationum, licet tandem vis tot aeris partibus in solo sphærae activitatis ut vocant, ambitu communicata, tam exigua fiat, ut vibrationum excusiones minores fiant, quam ad sensorium nostrum excitandum requiritur sonusque proinde languescat. Atque ita distincte satis exposuisse videoar arcum illud naturae artificium quo sine ulla perturbatione non sonus tantum, sed et ipsa toni

1 Itaque (1) licet (2) cum ipsa naturae necessitas (3) variis inter se pugnant cum a (4) si ponamus (*a*) portionis (*b*) aeris portionem *L* 2 portionem *erg.* *L* 3 redibit (1) ad illas (2) eo, ut illae *L* 4 seu satis magnae maneant *erg.* *L* 4–7 inter se (1) consentiunt caeteris destructis et ita mutuo (2) et cum praedominante (*a*) et diu (*b*) et toties repetita [...] chordae consentiunt, (*aa*) caeteris destructis (*bb*) nempe vibrationes [...] huic aequalium (*aaa*) caeterarum vibrationibus (quoad sensum) destructis (*bbb*) destructis caeterarum vibrationibus. (*aaaa*) Et eadem causa est (*aaaaa*), cur duae chordae homotonae (*bbbb*) jamque distincte apparet, cur una chorda homotona (*aaaaa-a*) trem (*bbbb-b*) alteri pulsatae consonet et etiam sine attactu, nam omnes quidem chordae vicinae mediante aere una vibrata etiam pulsantur sed (*bbbb*) Et ita aer praecise dividitur (*cccc*) Unde mirabile [...] praecise dividi *L* 7–9 determinatae (1) *a*, *b*, *c*, fig. (2) nempe *a*, *b*, (3) quae inter [...] in fig. 2 *L* 9 fig. 3. (1) Una (2) Quemadmodum *L* 10f. pulsatur, (1) ita (2) et ad vibrandum incitatur, ita (1) portio *b* pulsatur a portione *a*, et *a* pulsat (*b*) portio aeris *a* pulsat portionem *b* *L* 11f. portionem *c* (1) etc. idque eodem semper manente isochronismo, seu vibrationum (*a*) peri (*b*) duratione. Et ita tonus propagatur per aerem, e (2) et ita porro. Atque ita (*a*) tonus (*b*) sonus propagatur [...] isochronismo vibrationum, *L* 12f. vis (1) tot p (2) to (3) par (4) tot aeris partibus | in solo [...] vocant, ambitu *erg.* | communicata, *L* 14f. requiritur (1); patet etiam cur chorda sive fortiter sive leniter pulsata, eundem sonum reddat. Languescit autem sonus, quia vis illa pulsandi tot corporum millibus (2) atque ita sonus (3) sonusque proinde languescat. *L* 16 quo (1) sonus (2) sine ulla [...] sonus tantum, *L*

13 sphærae [...] ambitu: Siehe zum begrenzten Wirksamkeitsbereich des Schalls bes. O. v. GUERICKE, *Experimenta nova*, lib. IV, cap. 10 (Amsterdam 1672, S. 139a). Leibniz hat dieses Kapitel exzerpiert (LSB VIII, 1 N. 36, S. 251).

species in tam dissita spatia propagatur. Nec mirum est quod tot diversi soni per idem foramen sine confusione transire possunt, quia idem corpus variis motibus inter se compositis moveri potest, fluidaque innumerabilibus modis dividuntur in partes, quae singulae diversis motibus sese quam facillima ratione accomodant. Scimus enim partem aliquam corporis habere posse vibrationem a vibratione totius diversam, quod etiam chordarum experimentis demonstrare possem[.] imo aer diversas recipere potest divisiones simul, ut unius soni exprimendi causa vibret partibus *NP*, *PQ*, *QR* (fig. 2) et alterius soni causa partibus *NS*, *SR*. Divisionem enim in partes hic non avulsionem, sed diversam flexionem diversarum ejusdem continui partium, ad plicarum instar, salva cohaesione, intelligo.

Quemadmodum autem signum rationis probe redditae est, si inde solutiones multarum difficultatum sua velut sponte nascuntur, ita operis pretium erit annotare, quomodo hinc ducatur phaenomenon ab Academia Medicaea praecclare comprobatum, nempe motum soni esse uniformem seu tempora propagationis esse spatiis proportionalia, ac si sonus minutulo [miliare] percurrat, duplo eodem minutulo duo miliaria esse percursurum. Nimirum in fig. 2 pars *a* eodem tempore vibrationem absolvit quo pars *b*, et haec quo 15 pars *c*, et partes vibrantes [sunt] inter se aequales, *a* aequalis ipsi *b* et ipsi *c* etc. quia

1 species (1) propagatur (2) in tam dissita spatia propagatur. *L* 1 tot erg. *L* 3 fluidaque (1) innumeris modis (2) innumerabilibus modis *L* 4f. aliquam (1) habere (2) corporis habere *L* 7 *QR* (1) et (2) (fig. 2) et (a) alio (b) alterius *L* 8 *SR*. (1) Divisiones (2) Divisionem enim (a) hic non (b) in partes hic non *L* 11f. annotare, (1) quo (2) ex (3) nostra (4) ista explicatione (5) quomodo hinc *L* 12 Medicaea (1) praecclare observatum (2) viris (3) praecclare comprobatum, *L* 14 miliari *L* ändert Hrsg. 14–16 percursurum (1), cum enim eadem semper maneant tempora vibrationum (2). Cum enim in fig. 2 (a) et (b) pars *a* aequalis s (c) pars *a* eodem tempore vibrationem absolvat quo pars *b*, (*aa*) et haec quo pars (*aaa*) *d* (*bbb*) *c*, et sit (*bb*) et haec quo pars *c*, et partes vibrantes sint inter se aequales (3). Nimirum in [...] partes vibrantes | sint ändert Hrsg. | inter se aequales *L* 16–S. 102.2 etc. (1) manifestum est, (2) manifestum est eodem tempore pervenire sonum ab (a) *a* in (b) *a* in *b* quo ex *b* in *c* (c) ex *N* in (3) nullu (4) manifestum est non in (a) s (b) tempore nec in spatio (5) quia aequalitas [...] necessaria est (a). Ideo manifestum est (b). Hinc cum vibrationes sint aequae diurnae, erunt etiam (c). Hinc (*aa*) cum vibratio chordae (*bb*) si ponamus post certum numerum vibrationum debitaram chordae partis *a*, effici ut | (destructis contrariis) erg. | eandem vibrationum periodum accipiat pars *b*, utque similiter post eundem numerum vibrationum debitaram partis *b* (*aaa*) eundem r (*bbb*) eandem period (*d*) ut supra ostendimus. *L*

5f. quod [...] possem: Vermutlich Anspielung auf J. WALLIS, „Letter concerning a new Musical Discovery“, *PT* XII, Nr. 134 (1677), S. 839–842. Andeutungen auf das Phänomen der Obertöne fanden sich auch in R. DESCARTES, Brief an M. Mersenne vom 22. Juli 1633 (*DL* II, S. 348f.; *DO* I, S. 267.7–268.6). 12 phaenomenon [...] comprobatum: Über die von Mitgliedern der Accademia del Cimento durchgeführten Versuche zur Schallgeschwindigkeit berichtet L. MAGALOTTI, *Saggi*, Florenz 1666, S. 242f.

aequalitas partium aeris ad aequalitatem temporis vibrationum necessaria est ut supra ostendimus. Jam pars *a* vibratione sua pulsat partem *b*, et haec rursus sua partem *c*. Est autem vibratio partis *a* isochrona vibrationi partis *b*, ergo pulsatio partis *b*, isochrona pulsationi partis *c*. Est enim vibratio partis unius, pulsatio partis sequentis. Ergo propagatio soni ab *a* ad *b* isochrona propagationi *a b* ad *c*, uti spatium *ab* aequale spatio *bc*. Atque ita porro, erunt enim tempora propagationum ut numeri pulsationum, seu ut numeri partium aequalium spatii, id est ut distantiae; tempora ergo spatiis proportionalia, seu sonus in aere aequa tensio aequabiliter incedet[,] et sonus perutilis erit ad metiendas maiores distantias. Si tormento exploso unus pendulo horologio accurate notet momentum explosionis[,] alter in loco remoto momentum percepti ictus eodem modo, notari poterit tempus quod intercedit inter fulgur et tonitru, ex quo de distantia poterit judicari, licet non ita exacte, quia altioris aeris minor tensio est. [19 v^o]

Intellecto jam modo quo propagatur sonus per aeren, explicandum est, quomodo mediante aere, a sonoro corpore imprimatur corpori alteri homotono veluti chordae, vel organo auditus, explicanda est ergo prius ratio sympathiae illius inter duas chordas aequa tensas, quae multis negotiis facessit. Si enim duae chordae aequa tensae sint in eadem lyra, una pulsata nonnihil et altera resonabit. Imo et si sint in lyris diversis, tamen vel sonus aliquis, vel subinde tremor pluma chordae adhaerente satis notabilis,

2 pars *a* | una *gestr.* | vibratione sua (1) ferit (2) pulsat *L* 2 haec | una *gestr.* | rursus *L*
 2–7 partem *c* (1) suntque puls (2). Sunt ergo pulsationes seu propagationes | a parte in partem vicinam
erg. | ipsis vibrationibus aequidistantiae, (a) et numerus ergo (b) et qua parte (c) sunt ergo tempora
 propagationum, ut numeri aequalium portionum in quas aer divisus est, id est ut distantiae. (3). Ergo
 (4). Ergo pulsatio pa (5). Est autem vibratio partis *a* (a) aeq (b) isochrona | vibrationi *erg.* | partis *b*, [...] partis *c*. | Est enim [...] partis sequentis. *erg.* | Ergo propagatio | soni *erg.* | ab *a* ad *b* [...] a *b* ad *c*, (aa) sunt ergo tempora propagationum ut numeri pulsationum id est (bb) uti (aaa) pars (bbb) spatium *ab* [...] ut distantiae; *L* 8 et sonus (1) utilis (2) perutilis *L* 8f. metiendas | maiores *erg.* | distantias (1) in primis ut cum (2). Si *L* 10 in loco remoto *erg.* *L* 12f. est. [19 v^o] (1) Hinc (a) jam (b) etiam distincte explicari potest (2) Intellecto jam [...] explicandum est, *L* 14–16 alteri (1) aequa tensio (2) homotono (a) ut organo (aa) nost (bb) auditus, vel etiam (aaa) cho (bbb) alte (b) veluti chordae, vel organo auditus, (aa) quod intelligetur facilius explicata (bb) explicanda est ergo | prius *erg.* | ratio sympathiae illius (aaa), qua (bbb) inter duas [...] tensas, quae *L* 17–S. 103.1 Imo (1) et in diversis lyris (2) et si [...] diversis, tamen (a) consona (b) continget (c) vel sonus [...] notabilis, continget, *L*

1 supra: S. 99.9–101.1. 15f. ratio [...] facessit: In N. 12₃, S. 113.11–13 verweist Leibniz diesbezüglich auf H. MORE, Brief an R. Descartes vom 23. Juli 1649 (*DL I*, Nr. 70, S. 382; *DO V*, Nr. 564, S. 389). More bezieht sich dort auf R. DESCARTES, *Principia philosophiae*, pars IV, § 187 (Amsterdam 1644, S. 296 f.; *DO VIII*, 1, S. 314.30–315.4).

continget, praesertim si ambae eidem tabulae ligneae incumbant. Nimirum una chorda pulsata vibrationes isochronas sufficietes aeri vicino imprimit, imo et ligno cui incumbit, his aeris et ligni vibrationibus pulsantur vicissim chordae vicinae, verum vibrationes chordarum diversimode tensarum non consentiunt cum vibrationibus aeris et chordae primae; ergo non augentur sed potius impediuntur, si qua vero chorda eodem modo tensa sit, seu vibrationem exerceat isochronam vibrationibus chordae primae, ipsiusque aeris vel ligni; tunc non impeditur talis vibrationis continuatio, sed potius novis semper ictibus consentientibus impressis augetur, ut si fingamus pendulo vibranti novum semper ictum ab alio pendulo imprimi, non contrarium, sed in easdem partes, id mox utique magnum admodum impetum acquiret, eodem modo hic chorda corpori sonoro homotona ab aere aliquandiu ob corporis sonori tremorem vibrante, leniter licet consentienter tamen et crebro pulsatur[:] quoniam praecise cum chorda vibratione priore absoluta novam proprii elastri nisu inchoat, etiam novo corporis sonori per aerem vel aliud medium in ipsam agentis ictu solicitatur, cum periodi vibrationum chordae et corporis sonori vel aeris sint aequales, ictusque consentientes. Unde ad quemvis ictum novum consentientem receptum fortior semper fit chordae tremor, donec tandem visu, (adhaerente pluma) vel etiam ipso

1–3 Nimirum (1) si una chorda pulsata (2) una chorda pulsata (a) vibrationes suas imprimit quidem omnibus reliquis chordis sive fidi (b) vibrationes isochronas (aa) aeri imprimit vi nota (bb) sufficietes aeri vicino (aaa) imprimit, is (bbb) imo, et ligno imprimit, hae (ccc) imprimit, imo [...] cui incumbit, (aaaa) hae vibratio (bbbb) his aeris et ligni vibrationibus L 5 potius (1) destr (2) impediuntur, (a) sed si qua (b) nam si qua (c) si qua vero L 6 exerceat (1) consentiente (2) isochronam vibrationibus L 7 tunc (1) vibratio non impeditur (2) non impeditur (a) ejus (b) talis vibrationis continuatio, L 8 augetur, (1) uti pe (2) ut si fingamus pendulo L 8-S. 104.2 ictum | ab alio pendulo erg. | imprimi, (1) quam (2) quavis (a) vibrat (b) oscillatione, non contrarium, sed cons (3) ab alio pendulo, (4) non contrarium, [...] easdem partes, | id erg. | mox utique (a) magnam (b) magnum admodum (aa) potentiam (bb) impetum acquiret, | chorda erg. u. gestr. | eodem modo (aaa) post repetitas vibrationes (aaaa) tant (bbbb) tam validas denique vibrationes acquiret, ut percipi possint auditu. (bbb) hic chorda [...] ab aere | aliquandiu ob [...] tremorem vibrante, erg. | leniter licet (aaaa) semper (bbbb) consentienter (aaaaa) et tam (bbbb) tamen (aaaaa-a) saepe pu (bbbb-b) crebro (cccc-c) et crebro pulsatur (aaaaa-aa) ut (bbbb-bb) quoniam praecise cum chorda (aaaaa-aaa) homo (bbbb-bbb) vibrationem suam impressam (cccc-c) vibratione priore absoluta (aaaaa-aaaa) proprii elastri nisu (bbbb-bbb) novam (aaaaa-aaaaa) proprio nisu (bbbb-bbb) proprii elastri [...] corporis sonori (aaaaa-aaaaa-a) vel a (bbbb-bbbb-b) per aerem [...] ipsam agentis (aaaaa-aaaaa-aa), et vibrationem novam etiam (bbbb-bbbb-bb) ictu solicitatur, cum periodi | unius gestr. | vibrationum chordae [...] ictum novum (aaaaa-aaaaa-aaa) aeris fortior fit (bbbb-bbbb-bb) consentientem receptum [...] tremor, donec (aaaaa-aaaaa-aaa) postremo (bbbb-bbbb-bb) tandem visu, [...] videri memini. (aaaaa-aaaaa-aaa) Et contr (bbbb-bbbb-bbb) Confirmatur L

10–S. 104.2 hic [...] memini: Textzeilen nachträglich von Leibniz geändert.

denique auditu percipi possit. Atque ita distinete explicatum est phaenomenon quod egregiis nostri quoque temporis philosophis difficilius videri memini. Confirmatur haec explicatio eleganti experimento quod extat in diario eruditorum. Duo Pendula valde accurata cum ab eodem baculo ligneo suspensa essent, etsi diverso modo incitata, tamen
 5 ob insensibiles partium ligni tremores per quos ipsa ictus sibi mutuo communicabant, paulatim intra semihorae spatium ad concordiam redibant, cum tamen a baculo illo ligneo communicationem faciente separata diversitatem retinerent. Unde intelligi potest quomodo in hujusmodi conflictibus corporum vibrationes ad concordiam reducantur, et debiliores si non possint consentire destruantur; item quomodo ipsum lignum tremore suo
 10 in partibus homotonis servato vibrationes propaget[:] nam in qualibet parte innumerae magnitudinum tensionumque varietates sunt, unde multae semper particulae assignari poterunt corpori sonoro homotonae. In aere autem hoc longe subtilius exactiusque fit, licet non tam valide quam cum per lignum aliudve corpus aptum sonus propagatur. Unde accedente ligni communicatione chordae homotonae distinctius suam resonantiam edunt,
 15 quam si tantum aere conjungerentur.

Unum jam explicandum superest [*Text bricht ab.*]

3f. Pendula (1) cum (2) valde accurata cum *L* 4–7 incitata (1) essent, (2) et a baculo ligneo separata | ictibus *streicht Hrsg.* | non consentirent (3), tamen (a) ob insensibiles (b) | ob erg. | insensibiles partium ligni tremores (aa) paulatim ad concordia (bb) quibus ictus eorum sibi (cc) per quos [...] communicabant, paulatim (aaa) ad co (bbb) intra semihorae [...] redibant, cum (aaaa) alias (bbbb) tamen a [...] faciente separata (aaaaa) diversas vibrationes exercerent (bbbb) diversitatem retinerent. *L* 8 quomodo (1) res (2) in hujusmodi conflictibus corporum vibrationes *L* 9 consentire erg. *L* 9–13 suo (1) vibrationes propaget, quanto (a) facilius aer, qui tamen non tanta vi (b) subito aer, (aa) licet non tam notabiliter attamen (aaa) velocius (aaaa) qu (bbbb) et (bbb) magis celeriter (bb) licet (c) subtilius et | in partibus *streicht Hrsg.* | tantum *gestr.* | subtilioribus corporum hoc praestare possit. (d) subtilius (e) promptius celeriusque aer (aa) licet (bb) licet non tam valide quam lignum. Unde etiam intelligi potest cur (2) in partibus [...] vibrationes propaget | (*gestr.* | nam in qualibet (a) particula (b) parte innumerae (aa) sunt (bb) magnitudinum tensionumque varietates sunt, (aaa) ex quibus (aaaa) aliquae deprehendentur (bbbb) multae erunt corpori sonoro homotonae |) *gestr.* | (bbb) unde multae [...] hoc longe (aaaa) promptius subtiliusque et in longiorem distantiam fit (bbbb) subtilius exactiusque [...] valide quam (aaaaa) in ligno (bbbb) cum per [...] corpus aptum (aaaaa-a) communicatio fit (bbbb-b) sonus propagatur. Unde *L* 14 homotonae (1) facilis sua (2) distinctius suam *L* 15f. conjungerentur.
 (1) Sed u (2) Unum jam *L*

1f. phaenomenon [...] videri: Siehe die Erläuterung zu S. 102.15–16. 3 experimento [...] eruditorum: Anspielung auf einen im JS, 16. und 23. März 1665 (Pariser Ausgabe: S. 148–150; 161) anonym veröffentlichten Bericht über das Phänomen der „Sympathie“ unter Uhrwerken. Der Verfasser des Berichtes ist Christiaan Huygens; vgl. HO V, Nr. 1335, S. 243f.

12₂. EXPLICATIO MECHANICA SONI

[zweite Hälfte August 1681 – 1682]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 1 Bl. 20–21. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 20. Vier jeweils zum Falz hin einspaltig beschriebene Seiten.

E GERLAND 1906, S. 27–31.

[20 r°] Omne quod sonat tremit. 5

Quicquid tremit aeri et corporibus tensis sed maxime homotonis eandem trepidationem communicat.

Aures eo naturae artificio sunt conditae, ut sint omnibus corporibus [quorum] sonos percipimus homotonae.

Auris corporum sonos exprimit et imitatur. 10

Objectum sonans est instar chordae pulsatae, organon vero auditus est instar chordae homotonae sine tactu resonantis.

Tremere quid[:] itiones et rediciones in chordis valde tensis fiunt ut in laxis, etsi non aequo oculis percipientur.

Quicquid tremit tensum est. 15

Nullum corpus tam molle est, quin celeri nimis divisioni resistat.

Quicquid divisioni resistit, id antequam rumpatur tenditur, ut fila culcitrae.

Corporum repercussio omnis est a restitutione tensorum et flexorum. Itaque quicquid repercutit tensum est.

Visibile hoc in pila [inflata], in pectine, vel simili labente. 20

Nihil tam durum quin nonnihil flectatur.

6 tremit (1) corpori (2) aeri et corporibus *L* 8 quarum *L ändert Hrsg.* 11f. sonans est instar chordae (1) homotonae sine tactu resonantis (2) pulsatae, organon [...] tactu resonantis. *L* 13 Tremere (1) quid est tensionem (2) quid (a) ch (b) itiones et rediciones in chordis *L* 13f. etsi (1) sint invisibles (2) non aequo oculis percipientur. *L* 15 Quicquid tremit tensum est. *erg. L* 16 quin (1) satis (2) satis (3) celeri nimis *L* 20 inflato *erg. L, ändert Hrsg.*

17 Quicquid [...] culcitrae: Siehe den Einwand in G. C. SCHELHAMMER, Brief an G. W. Leibniz vom 13. (23.) April 1681 (*LSB III*, 3 N. 206, S. 395.13–396.5). Leibniz erwiderte hierauf zunächst in Randbemerkungen zu diesem Brief (ebd. S. 396, Anm. 11 u. 12) sowie in seiner Antwort vom 13. (23.) Januar 1682 (*LSB III*, 3 N. 311, S. 545.10–20; 550.8–10). Anspielungen auf Schelhammers Einwand finden sich zudem in N. 121 (S. 95.14–15) und N. 123 (S. 117.1–3).

Nihil tam magnum quin nonnihil tremat.

Ratio cur flexa et restituta sponte iterum flectantur.

Omne corpus cui continue novus impetus imprimitur[,] novissime impetum habet ex omnibus collectum.

5 Quicquid magnum impetum collegit, id trans locum ubi alias quieturum esset feretur.

Non potest dici an et quando cesseret trepidatio tensi semel pulsati.

Aer est fluidum elasticum.

Et spiritus vini esse videtur fluidum aeri valde cognatum.

10 Aqua non est corpus satis elasticum, (*tractatus della renitenza dell'acqua alla compressione*[]).

Circulus qui in aqua fit injecto lapillo, nihil est aliud quam fluctus orbicularis.

Ut ex uno fluctu nascitur alius parallelus sed humilior, ita ex fluctu orbiculari nascitur alius orbicularis remotior, ac proinde major priore; sed humilior.

15 Fluctus aquae potius conferendi sunt vento in aere quam sono.

Sonus non oritur ex percussione corporis sonantis immediate, sed ex restitutione percussi.

Ad sonum sensibilem efficiendum opus est multis trepidationibus repetitis ut ad videndum aliquod punctum sensibile, multis est opus radiis. Ita ad videndum apicem montis, qui instar puncti videtur. [20 v^o]

Si aer subito percutiatur, pars ejus quae est ante rem [percutientem] comprimitur, pars quae post eam est rarescit. Sit corpus *AB* [quod] magna celeritate transfertur in

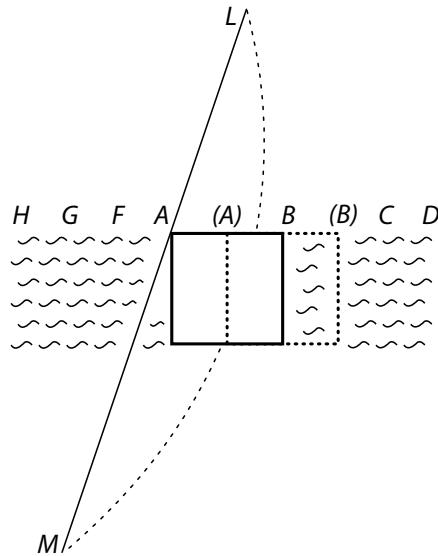
6 *Am Rand:* Aqua et aer sonum edunt sola suarum partium collisione, experimentum.

7 *Am Rand:* *

18 *Am Rand:* *

3 corpus (1) quod (2) cui *L* 7 dici (1) quando (2) an et quando *L* 7f. pulsati. (1) Aeris definitio (2) Aer *L* 13 parallelus *erg.* *L* 14f. humilior. (1) Fluctuum aquae propagatio, (a) nihil commune h (b) tantum differt (c) potius conferenda est (2) Fluctus aquae potius conferendi sunt *L* 17f. percussi | eaque non una sed pluribus repetitis *gestr.* | . Ad sonum *L* 21 percutiatur, (1) ante (2) | is qui *streicht Hrsg.* | (3) pars ejus quae est ante rem | percussam ändert *Hrsg.* | percussam *streicht Hrsg.* | comprimitur, *L* 22 Sit (1) aer (2) corpus *AB L* 22 quo *L* ändert *Hrsg.*

10 tractatus: R. MAGIOTTI, *Renitenza certissima dell'acqua alla compressione*, Rom 1648.



[Fig. 1]

(A)(B), et percutiet aerem L anteriorem [BC], eumque expellet ex loco $B(B)$. Et quoniam aer tanta celeritate circulum commode peragere non potest, ut statim tantundem aeris, eundem quam ante densitatis gradum habentis expellatur ex [BC], et vicissim succedat in locum ipsius FA succendentis in locum a corpore relictum AB , quia corpora elastica malunt tendi nonnihil quam celeriter moveri; hinc necesse est aere $B(B)$ expulso a corpore AB et in locum ipsius [(B)C] non satis statim recendentis subeunte, aerem in loco [(B)C] existentem nonnihil comprimi et in loco FA existentem, quia etiam locum [A(A)] a corpore AB desertum implere debet, novo aere sufficiente non statim succedente dilatari.

5

1 aerem | L erg. | anteriorem L 1 BE L ändert Hrsg. 2f. aeris, (1) eandem quam ante rarita
 (2) eundem quam ante (a) compressionis (b) densitatis gradum L 3f. ex | (B)E ändert Hrsg. |
 (1) | succedat in streicht Hrsg. | (2) et vicissim succedat in L 5 nonnihil erg. L 5f. est (1) aerem
 B(B) subeun (2) aere B(B) [...] locum ipsius | (B)E ändert Hrsg. | non satis statim recendentis subeunte, L
 6 (B)(E) L ändert Hrsg. 7 AC L ändert Hrsg. 8 AB (1) repletu (2) desertum L 8 novo
 (1) corpore su (2) aere sufficiente L

[Fig. 1]: In einer ersten, verworfenen und daher nicht wiedergegebenen Fassung des Diagramms verläuft die Saite LM schräg durch den Körper AB hindurch.

Si in medio aere ordinario sit locus repletus aere justo dilatatori, aer circumstans magno impetu in eum irruens jam tum aliquem efficiet sonum. Experimentum est in Machinis Gerickianis; nam si duo hemisphaeria ex quibus exhaustus est aer, divellantur, aer circumstans ad locum replendum confluens sonum edit instar sclopeti.

5 Idem proportione continget in loco *FA*. Etsi enim exigua sit aeris in eo dilatatio, et exiguus etiam ipse locus, (tantis scilicet [quanto] chorda tremens major appareat se quiescente) orietur tamen si non sonus certe soni rudimentum, id est, quod percipi possit multis repetitionibus.

Ex aere ambiente, dum scilicet locus *FA* aeris dilatati iterum impletur, in locum *FA* 10 cum impetu ex *GF* confluente, et ex aere compresso inclusu in loco *(B)C* dum is depletur et in vicinum aerem *CD* erumpit, nova oritur percussio, novaque iterum compressio et dilatatio.

Dum aer vicinus *GF* irruit in locum replendum *FA*, ipse quoque nonnihil dilatatur, ubi cohaeret aeri *GH*; a quo satis celeriter sine dilatatione aliqua divelli non potest. Et 15 quemadmodum dilatatio ex *FA* propagatur in *GF*, ita ex *GF* propagatur in *HG*.

Similiter compressio propagatur, dum enim locus *(B)C* nonnihil compressus subito depletur in locum *CD*, necesse est *CD* nonnihil comprimi; similiterque ex *CD* compressio porro in sequentem adhuc remotiorem propagatur.

Omnem autem compressionem sequitur mox restitutio dilatans, et dilatationem restitutio iterum comprimens; ita aer jam ipse per se aliquamdiu in vibrationes peraget, 20 etsi corpus sonans non vibraret. Sed non erit satis sensibilis illa vibratio, quia ex una tantum percussione orta est corporis *AB* semel tantum translata in *(A)(B)*. [21 r^o]

1 sit (1) pars (2) locus | repletus erg. | *L* 5 Idem (1) continget et in nostro (2) proportione continget in loco *L* 5 sit (1) differentia ejus (2) aeris in eo dilatatio, *L* 6f. locus, (1) invisibilis scilicet (2) (tantis scilicet | quando ändert Hrsg. | chorda tremens major appareat (a) dimidio sui quiescentis (b) se quiescente) *L* 9 aere (1) iterum confluente (2) ambiente, (a) novum (b) dum *L* 9 aeris dilatati erg. *L* 9f. impletur, (1) et locus *BC* depletur, cum impetu confluente, (2) in locum [...] *GF* confluente, *L* 10f. et ex aere (1) inclusu dum (2) compresso inclusu [...] *CD* erumpit, erg. *L* 13 *GF* erg. *L* 13 replendum | (1) aut excipit aerem deplendum ex loco deplendo *BC* (2) *FA* erg. | , ipse *L* 13f. dilatatur, (1) nam subito divellitur ab eo cui | remotiori erg. | antea cohaerebat, vel etiam sub (2) nam (3) ubi cohaeret aeri *GH*; (a) a quo (b) a quo *L* 16 (2) *C* | in quo erg. *L*, streicht Hrsg. | nonnihil *L* 19 restitutio (1) dil (2) iterum (3) dilatans, *L*

2–4 Experimentum [...] sclopeti: Siehe O. v. GUERICKE, *Experimenta nova*, lib. III, cap. 25 (Amsterdam 1672, S. 106 f.) Die von Leibniz erwähnten *Machinae Gerickianae* sind Instrumente zur Vakuumerzeugung, die Gericke entwickelt und im dritten Buch seiner *Experimenta nova* beschrieben hatte. Leibniz hat hieraus Auszüge verfasst (*LSB VIII*, 1 N. 36).

Si corpus tremens vel ejus pars *AB* translatum in (*A*)/(*B*) redeat in *AB*, et iterum [in] (*A*)/(*B*) aliquoties reciprocatis itionibus et reditionibus, toties aer denuo percutietur, et novum impetum acquiret, qui denique tam fortis fiet, ut possit percipi.

Praeterea si vibrationes aeris a dilatatione ad compressionem reciproce transeuntis non sint synchronae reciprocationibus corporis trementis[,] tunc novae supervenientes percussionses aerique impressae impetus reciprocandi quos aer ex priore adhuc percusione residuos habet turbabunt; nam aliquando dilatandi sese impetum impremet aeri dum ipse jam tendit ad compressionem; aut contra. Videndum igitur qua arte efficiat natura, ut perturbatio ista evitetur. 5

Si duo corpora inaequalia sint ejusdem tensionis[,] percussum eo celeriores habet 10 reciprocationes, quo est minus. Hujus propositionis veram rationem aliquando reddam. Nunc satis est eam assumere velut comprobata experimento. Nam constat ex sectione monochordi chordam quo est minor, eo sonum reddere acutiorum manente eadem tensione; idem de corporibus quoque alterius figurae constat.

Consideremus jam quanta esse debeat portio aeris *AF*, *FG*, item (*B*)/*C*, aut *CD*, 15 et utique apparet hoc esse satis indeterminatum; et primis ictibus, ut portiones aeris majores minoresve elegantur, ex variis pendere posse casibus, prout ipsum corpus *AB* non tantum majus minusve est, sed et plures habet cavernas, quibus aer ipsum ingreditur, eo enim velut totidem filis aerem ambientem fortius trahet; ut taceam diversa corpora heterogenea quae in aere in diversis portionibus diversimode reperiuntur. Verum haec 20

1 tremens vel ejus pars *erg. L* 2 in *erg. Hrsg.* 2f. toties (1), novum impetum imprimet aer (2) aer denuo [...] impetum acquiret, *L* 4 Praeterea (1) cum vibrationes (2) si vibrationes *L* 5 non (1) consentia (2) sint (a) unisonae (b) synchronae *L* 6 percussionses (1) impetus (2) aerique impressae impetus *L* 7 aliquando *erg. L* 7 sese *erg. L* 8 jam *erg. L* 9f. evitetur. (1) Omne corpus (2) Si duo corpora (a) sint (b) inaequalia sint *L* 10f. eo (1) celerius restituitur (2) celeriores habet [...] est minus. (a) Hanc (b) Hujus propositionis (aa) veras rationes (bb) veram rationem *L* 14 tensione; (1) item (2) idem *L* 15f. *CD*, (1) satis (2) et utique apparet hoc esse satis *L* 16f. ut (1) modo haec modo illae p (2) portiones aeris majores minoresve *L* 18 aer (1) inclusus (2) ipsum (a) aer (b) ingreditur, *L* 19f. trahet; (1) quaeque (2) ut taceam (a) de u (b) diversa corpora heterogenea *L* 20 aere (1) reperiuntur (2) in diversis portionibus diversimode reperiuntur. *L*

11 Hujus [...] reddam: Dieses Gesetz hatte Leibniz (mit Bezug auf Saiten) bereits im Dezember 1680 dargelegt und begründet; siehe N. 82, S. 40.11–41.9; N. 9, S. 80.10–13. 12–14 constat [...] constat: Siehe etwa MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre III des mouemens, prop. 5 [6]; 8 [9] (Bd. I, S. A, 169; 174f.); livre III des instrumens, prop. 7–9 (Bd. II, S. D, 123–128).

de primis ictibus intelligenda sunt, at corpore sonoro suas reciprocationes continuante paulatim aer ita se componit, ut fiat unisonus corpori sonoro, ut nempe vibrationum aeris et corporis sonori sibi obstantium perturbatio minuatur; atque ita tum cum ex repetitis percussionibus acceptus ab aere impetus satis redditus est validus ut percipi possit, jam aer etiam ad unisonum devenit; id est in portiones disceptus est *AF, FG, GH* etc. (*B*)*C, CD* etc. tantae magnitudinis, quantae in data aeris tensione faciant, ut vibrationes portionum aeris cum vibrationibus sonori sint aeque diurnae.

Nam aer suum habet determinatum Elastrum sive tensionem (utor autem hic tensionis voce generaliter pro compressione vel dilatatione, vel etiam flexione quae fit sine utroque, aut cum utroque simul, ut in arcu tenso) [21 v^o] quae oritur ex pondere aeris superstantis. Itaque eligitur magnitudo partium, quae cum data tensione, diurnitatis desideratae (quae scilicet sonori est) exhibeat vibrationem.

Itaque in locis altioribus ut montibus, majoribus opus est partibus aeris, quae causa esse potest cur sonus illic sit debilior. Nam in majoribus portionibus non tam exacte res succedit ut in minoribus, ob varia impedimenta; et cum aer ibi sit valde rarus respectu puri aeris, est tamen non ideo minus heterogeneis partibus plenus; quae servire poterunt ad explicandam causam cur sclopeti sonus solito exilior fuerit in Carpathii cujusdam montis apice, quod Frolichius sibi evenisse narrat. Etiam in vacuo Gerickiano sonus admodum debilitatur, ipso Gerickio narrante.

1f. sunt, (1) verum (2) at (a) paulatim (b) corpore sonoro [...] continuante paulatim *L* 5–7 id est (1) tanta ejus portio vib (2) in portiones [...] ut vibrationes (a) aeris (b) portionum aeris *L* 8 aer (1) suam habet determinatam tensi (2) suum habet [...] sive tensionem *L* 11 magnitudo (1) quae cum (2) partium, quae cum *L* 11f. tensione, (1) datae (2) diurnitatis desideratae *L* 13 montibus, (1) major eligitur (2) majoribus opus est *L* 15 et (1) aer cu (2) cum aer *L* 15f. rarus (1) quatenus pur (2) respectu puri *L* 16 plenus; (1) itaque (2) quae *L* 17f. explicandam (1) narrationem quam habet (2) causam (a) eorum (b) ejus quod Frolichius in Carpathii cujusdam montis apice sibi evenisse narrat (c) cur sclopeti [...] evenisse narrat. *L* 18 in (1) vacuo sonus (2) vacuo Gerickiano sonus *L*

18 quod [...] narrat: D. FRÖLICH, *Cynosura peregrinantium*, Ulm 1643, S. 268–288. Auch GUERICKE, *Experimenta nova*, lib. V, cap. 8 (S. 162) berichtet über Frölichs Erzählung. Leibniz hat Guericke Referat exzertierte (LSB VIII, 1 N. 36, S. 266.5–7.) 19 Gerickio narrante: *Experimenta nova*, lib. III, cap. 15 (S. 91 f.).

Ex his etiam ratio redi potest Phaenomeni memorabilis, quod occasione narrationis Gassendi deprehendere Academicii Florentini, nempe soni celeritatem esse uniformem ratione loci sive distantias proportionalem; ita ut si certo tempusculo mille passus percurrat[,] duobus, tribus,,ve similibus tempusculis percursurus sit duo, tria, etc. passuum millia. Hoc ita demonstratur:

5

Ut vibrationibus corporis *AB* aequidiuturnae sunt vibrationes aeris *AF*, ita his aequidiuturnae sunt vibrationes aeris *FG*, et ita porro. Eadem enim causa est isochronismi, ut perturbationes evitentur. Unde tandem propagatur vibratio isochrona, ad chordam unisonam datae, vel locum *Echus*, vel denique organon auditus.

Sed percussions tam sunt celeres quam sunt vibrationes, id est, corpus vel aer 10 tam celeriter percutit quam celeriter vibrat. Sequens autem corpus tam celeriter accipit vibrationes quam celeriter praecedens ipsum percutit. Itaque eadem celeritate accipit aer *AF* vibrationem (a corpore *AB*) qua accipit aer *FG* (ab aere *AF*) et aer *GH* (ab aere *FG*). Est autem portio *AF* circiter aequalis portioni *FG*, et ita porro. Aer enim apud nos in eodem fere ubique tensionis statu est, itaque tempora propagationum erunt ut numeri 15 portionum in quas aer divisus est, id est ut distantiae. Erit tamen aliquod licet forte non ita sensibile discrimen progressionis ratione magnitudinis partium, quando sonus tendit a loco superiore in inferiorem, vel a calido in frigidum.

2f. uniformem (1) , sive (2) | , streicht Hrsg. | ratione loci sive distantias proportionalem; *L*
 3 tempusculo (1) millia (2) mille passus *L* 5f. demonstratur: (1) Ut vibrationes aeris *AF* sunt
 aequidiuturnae (2) Ut vibrationibus [...] aeris *AF*, *L* 8 evitentur. (1) Ergo (2) Unde *L* 9 datae,
 vel (1) organon auditus, vel (2) locum *Echus*, [...] organon auditus. *L* 10 vibrationes, (1) itaque
 (2) id est, *L* 11f. Sequens autem [...] ipsum percutit. erg. *L* 12 Itaque (1) tam celeriter
 (2) eadem celeritate *L* 13 *AB*) (1) quam celeriter (2) qua (a) ex (b) accipit *L* 13f. aere *FG*)
 | et ita porro, ac proinde propagatio soni est distantiae proportionalis *gestr.* | . Est *L* 15f. erunt
 (1) ut portiones (2) ut numeri portionum *L* 16 forte erg. *L* 17 progressionis erg. *L*

2 Gassendi: *Physica*, sectio I, lib. VI, cap. 10 (GOO I, S. 417b–418a). 2 Academicii Florentini:
 Über die von Mitgliedern der Accademia del Cimento durchgeföhrten Versuche zur Schallgeschwindigkeit berichtet L. MAGALOTTI, *Saggi*, Florenz 1666, S. 242f. 3 distantias proportionalem: Wie das nachfolgende Beispiel unmittelbar klarstellt, meint Leibniz mit seiner missverständlichen Formulierung nicht, dass die Schallgeschwindigkeit sich im Verhältnis zum Abstand von der Schallquelle ändere.

12₃. COGITATIONES NOVAE QUOMODO FORMETUR SONUS ET PER AEREM
 PROPAGETUR ATQUE IN ORGANO AUDITUS EXPRIMATUR
 [Frühjahr 1682 – erste Hälfte 1685]

Überlieferung:

- 5 *L¹* Konzept: LH XXXVII 1 Bl. 1–2. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 1; geringfügiger Textverlust am unteren Rand von Bl. 2. Vier voll beschriebene und stark bearbeitete Seiten. Das Konzept – mit Ausnahme der Schlusspassage (S. 140.20–141.4) – hat als Vorlage für die Abfassung der Reinschrift *l* gedient.
- 10 *L²* Konzept: LH XXXVII 1 Bl. 25. Briefumschlag, als Schreibblatt wiederverwendet. Zwei stark bearbeitete Seiten. Das inhaltlich von N. 12₅ (Auszüge aus J.-G. DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, Nürnberg 1684) herrührende Konzept hat als Vorlage für die Überarbeitung einer Textpassage im Schlussteil der Reinschrift *l* (S. 142.4–145.7, *Lil*) gedient; *L²* beginnt somit abrupt und knüpft unmittelbar an den Text von *l* (S. 140.7) an. Die im Konzept vorliegenden Diagramme [*Fig. 3b*] und [*Fig. 4c*] hängen nicht mit dem Text, sondern mit den Diagrammen [*Fig. 3a*] und [*Fig. 4d*] der Reinschrift *l* (*Lil*) zusammen. Auf Bl. 25 v° finden sich Briefsiegelreste sowie die Anschrift (Hand von J. F. Leibniz) *A Monsieur Monsieur Leibniz Conseiller de la Cour de S[on] A[ltesse] S[érénissime] a Hanover Franco biß Braunschweig* nebst Rechnungen von G. W. Leibniz (S. 146.9–147.17), die mit *LSB I*, 4 N. 581 zusammenhängen.
- 15 *l* Unvollständige Reinschrift des Konzepts *L¹* (Hand von J. D. Brandshagen) mit Verbesserungen und Zeichnungen von Leibniz (*Lil*): LH XXXVII 1 Bl. 3–8 (unsere Druckvorlage). Drei Bogen 2° (Bl. 3–4, 5–6, 7–8); unterschiedliche Wasserzeichen in allen Textträgern: Papier sämtlich aus dem Harz; geringfügiger Textverlust am unteren Rand von Bl. 8. Zwölf Seiten, zumeist einspaltig beschrieben. Textfolge gemäß Blattzählung, durch Kustoden festgelegt. Eine am Rand von Bl. 8 v° verfasste Textpassage (S. 142.4–145.7, *Lil*) ist Leibnizens Abschrift des Teilkonzepts *L²*. Am Kopf von Bl. 3 r° spätere Notiz von fremder Hand: *Hasce cogitationes ad G. C. Schelhammerum misisse videtur Leibnitius; nam in epistola ad illum scripta Hanoverae d[ie] 13 Januar[ii] 1682 (in Kortholti collect[ione] et apud Dutens Opp. Leibn. T. II. P. II. p. 167. ep. IV.) haec in pr[incipio] leguntur: Literas tuas, quibus meditationes de soni origine et propagatione meas accepisse testabaris, casu aliquo tam tarde acceperam, etc.*
- 20 *E* GERLAND 1906, S. 16–27 (nach *l*).

6 Briefumschlag: Vermutlich einem der Briefe zugehörig, die J. F. Leibniz zwischen dem 28. Februar (10. März) und dem 8. (18.) April 1685 an G. W. Leibniz sendete (*LSB I*, 4 N. 573; N. 574; N. 577).
 25 *epistola [...] 1682*: G. W. LEIBNIZ, Brief an G. C. Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682 (*LSB III*, 3 N. 311, S. 549.19 f.). 26 *Kortholti collect[ione]*: G. W. LEIBNIZ, *Epistolae ad diversos*, hrsg. von C. KORTHOLT, Bd. I, Leipzig 1734, S. 177. 26 *Dutens [...] ep. IV*: *LOD II*, Teil 2, S. 167

[3 r^o]

G. G. L. Cogitationes novae,
 quomodo formetur sonus, et per aerem propagetur,
 atque in organo auditus exprimatur.

Saepe mecum cogitavi quonam arcano artificio natura id assequatur ut multiplex soni varietas et quod potissimum est ipse ejus gradus quem tonum aliqui vocant[,] per medium aerem propagetur, et in organo exprimatur. Et venit in mentem corpus sonorum comparari posse cum chorda pulsata, organon vero auditus cum chorda alia priori unisona quae etiam non tacta prioris pulsatae vibrationem exprimit, adeo ut aliquando et sonum imitetur. Verum explicandum erat, tum quae sit causa hujus sympathiae 10 unisonorum (quam vir cl. Henricus Morus in Epistola ad Cartesium explicationem ejus flagitans, sed cui Cartesius morte praeventus non respondit, difficillimam habet, *nec ullam sympathiam magis rationes mechanicas fugere sibi visam ait*) tum vero ostendendum est, quia una chorda non potest omnibus aliis unisona esse, quomodo efficerit natura, ut idem organon auditus possit esse tot rebus diversissimos tonos edentibus homotonum. 15 Utriusque modum atque adeo subtilissimum naturae inventum satis distincte mihi asse-

1–4 [1 r^o] Explicatio Soni et auditus [/] Ex Epistola ad amicum hyeme superiori scripta, [/] cum nonnullis additamentis *L¹*, *fehlt l* [3 r^o] G. G. L. [...] formetur sonus, (1) et usque ad organon auditus propagetur. (2) et per [...] in organo (a) exprimatur (b) auditus exprimatur. *erg. Lil* 5f. assequatur, (1) ut non sonus tantum (a) qu (b) sed ejus varietates, ipse (2) ut percussio (3) ut (a) sonus (b) multiplex soni varietas, [...] est ipse soni gradus, *L¹* assequatur ut [...] est ipse (1) soni l (2) ejus *Lil* gradus *l* 6 aliqui *fehlt L¹*, *erg. Lil* 7 aerem *fehlt L¹*, *erg. Lil* 8 pulsata, (1) organon vero auditus (2) partes vero aeris (3) organon vero auditus *L¹* 8 alia *erg. L¹* 9f. prioris | pulsatae *erg. |* (1) sonum (a) reddit (b) exprimit (2) vibrationem (a) imitatur (b) exprimit, adeo [...] sonum imitetur. *L¹* prioris pulsatae vibrationem | exprimit, *erg. Lil* | adeo ut [...] sonum imitetur. *l* 11–13 (quam vir [...] respondit, difficillimam (1) explicata (2) habet (3) ait (4) habet, *nec ullam sympathiam* (a) sibi videri ait magis rationes mechanicas fugere) (b) *magis rationes* [...] visam ait) *fehlt L¹*, *erg. Lil* 13f. ostendendum est *fehlt L¹*, *erg. Lil* 14 non (1) nisi (2) potest *L¹* 15 esse (1) omnibus chordis cujuscunque magnitudinis aut tensionis, omnibus (2) tot rebus diversissimos tonos edentibus (a) unisonum (b) homotonum. *L¹* 16–S. 114.1 Utriusque (1) modum satis distincte mihi assecutus videor (2) modum, atque [...] naturae inventum (a) pers (b) satis distincte mihi assecutus videor. *L¹* Utriusque modum [...] assecutus videor. *l*

6 quem [...] vocant: Siehe etwa G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 99–104 (GO VIII, S. 142–147); M. MERSENNE, *Harmonie universelle*, Paris 1636–1637, Bd. I, S. A 23; A 50f.; A 169–172; u.ö. 11–13 quam [...] ait: H. MORE, Brief an R. Descartes vom 23. Juli 1649 (DL I, Nr. 70, S. 382; DO V, Nr. 564, S. 389). More bezieht sich dort auf R. DESCARTES, *Principia philosophiae*, pars IV, § 187 (Amsterdam 1644, S. 296f.; DO VIII, 1, S. 314.30–315.4).

cutus videor. Itaque deprehendi, quamvis in sono distingui possint, origo, propagatio et expressio in organo, tamen haec tria fieri eodem fere modo, scilicet per Tensi cujusdam corporis tremorem, nec aliis speciebus propagatis opus esse quas in schola advocant Philosophi: Circulos vero qui in superficie aquae lapillo injecto nascuntur, (quos vulgo huc accommodant) nihil distincti exhibere, et longe hinc abesse, quid aliud enim sunt quam fluctus orbiculares locum lapilli circumdantes, ubi (quemadmodum et in aliis fluctibus fit) humilior et remotior nascitur ex majori et propiori, unde cum circulus loco remotior, necessario major circuitu sit, patet cur circuli illi crescent amplitudine donec evanescant humilitate; sed quid haec ad sonum, tonum, isochronismos, Elastrum aliaque 10 huc pertinentia distincte explicanda faciant, non appetat: praesertim cum fluctus sint affectiones magnarum partium aquae, soni exiguarum atque adeo insensibilium aeris, ac proinde fluctus cum vento melius quam sono conferantur. Exponam igitur ego primum omnia quae sonant Tremere, deinde quae tremunt [3 v°] aeri corporibusque tensis, sed

1 deprehendi, licet L^1 deprehendi, (1) licet l (2) quamvis *Lil* 1f. possint origo, propagatio, et (1) in organo expressio (2) expressio in organo; L^1 possint, origo, [...] in organo, l 2 modo, per tensi L^1 modo (1) per tensi l (2), scilicet per Tensi *Lil* 3–12 tremorem. | Nec aliis speciebus propagatis [...] advocant philosophi. (1) Circuli enim quor (2) Circulos vero qui (a) lapillo injecto (b) in superficie [...] nascuntur, quos vulgo huc accommodant, nihil distincti (aa) exhibent (bb) exhibere et longe hinc (aaa) absunt. (bbb) abesse. (aaaa) Nihil (bbbb) Quid aliud [...] lapilli circumdantes; ubi quemadmodum [...] fluctibus fit, humilior et [...] et propiori; unde cum circulus remotior necessario major circuitu sit patet cur circuli illi (aaaaa) crescent usque ad (bbbb) crescent amplitudine, donec evanescant humilitate. Sed [...] Elastrum aliaque (aaaaa-a) hujus (bbbb-b) huc pertinentia distincte explicanda faciant, non appetat praesertim [...] partium aquae, (aaaaa-aa) sonus (bbbb-bb) soni exiguarum [...] insensibilium aeris; (aaaaa-aaa) et deni (bbbb-bbb) ac proinde [...] sono conferantur. erg. | (1) Exprimo (2) Exponam L^1 tremorem (1). Nec l (2), nec *Lil* aliis speciebus [...] injecto nascuntur, | (erg. *Lil* | quos vulgo huc accommodant |) erg. *Lil* | nihil distincti [...] lapilli circumdantes (a). Ubi, l (b), ubi (*Lil* quemadmodum et [...] fluctibus fit (aa), l (bb)) *Lil* humilior et [...] cum circulus | loco erg. *Lil* | remotior | loco erg. u. gestr. *Lil* | necessario major [...] distincte explicanda | faciant, erg. *Lil* | non appetat: [...] conferantur. Exponam l 12 ego erg. L^1 13 omnia (1) percussa (2) quae sonant L^1 13 Tremere ; L^1 Tremere , l

1 deprehendi: Siehe G. W. LEIBNIZ, Brief an G. C. Schelhammer vom Februar/März 1681 (*LSB* III, 3 N. 182, S. 355.14–356.8). 3f. quas [...] Philosophi: Scholastische Aristoteliker nahmen ab dem 13. Jh. gewöhnlich „intentionale Formen“ (*species*) an, deren Vervielfältigung im Medium (meist in der Luft) erklären sollte, wie Gegenstände die Sinnesorgane affizieren und Wahrnehmungsakte hervorrufen. Vgl. etwa J. ZABARELLA, *De rebus naturalibus*, Frankfurt a.M. 1617, S. 841C–842D. 4f. quos [...] accommodant: Siehe etwa MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre I des mouvements, prop. 2; 5; 12 (Bd. I, S. A 4f.; A 9; A 20); P. GASSENDI, *Physica*, sectio I, lib. VI, cap. 10 (*GOO* I, S. 418a). Die Analogie geht auf die Stoiker (Chrysipp) zurück; vgl. DIOGENES LAERTIOS, *Vitae* VII 158; Ps.-PLUTARCH, *Placita* IV 19, n. 4 (*SVF* II, n. 872; 425).

maxime unisonis seu ejusdem toni capacibus easdem reciprocationum tremularum periodos communicare, denique aures nostras eo naturae artificio conditas esse, ut sint omnibus corporibus, quorum sonos percipimus homotonae.

Origo soni petenda est a corporis sonori ab aliquo percussi tremore qualem notamus itionis et reditio[n]is, flexionis et rectitudinis, figure et voluminis, mutati ac restituti, reciprocationem, saepe repetitam, in chordis, tensis quidem nonnihil, sed satis tamen longis laxisque, ubi motus ipsis oculis patent. Nec dubitandum est quin idem fiat in chorda breviore et magis tensa, etsi non aequa sit visible. Constat tamen oculo, chordam pulsatam, cuius vibrationes videri satis non possunt, durante sono apparere solito majorem, nam omne spatium quod celerrimis reciprocationibus successive obtinet, 10 hoc implere videtur, quia successio ob velocitatem notari nequit, quemadmodum rotatus [celeriter] in tenebris baculus in cuius extremo est carbo accensus, circulum ignitum quasi partes habentem simul existentes, optica deceptione exibet.

Posito jam sonum esse a tremore qui a percussi restitutione oritur[,] hinc causa patet cur campanae sonantes, vitra, fictilia vasa, aliaque id genus, mollis imprimis corporis 15 contactu velut obmutescant, aut certe inconditum aliiquid sonant, nam mollia percussio-

1 ejusdem soni capacibus (1) eandem reciprocationem (2) easdem reciprocationum | tremularum erg. | L^1 ejusdem toni [...] reciprocationum tremularum l 3 corporibus L^1 corporibus , l 3f. percipimus (1) unisonae (2) homotonae. Origo | igitur *gestr.* | soni L^1 percipimus homotonae. Origo soni l 4f. tremore ; qualem videmus itionis, et reditio[n]is, (1) flexionibus (2) flexionis L^1 tremore qualem (1) videmus l (2) notamus *Lil* itionis et reditio[n]is, flexionis l 5 figure | , *gestr.* | et L^1 6 reciprocationem saepe repetitam in chordis L^1 reciprocationem , saepe repetitam, in chordis, l 7 laxisque ubi (1) reciprocationes (2) motus L^1 laxisque , ubi motus l 8f. visible. (1) Apparet (2) Constat tamen | oculo erg. | chordam pulsatam L^1 visible. Constat [...] chordam pulsatam, l 9f. possunt, | tamen *gestr.* | durante sono apparere | solito erg. | majorem, (1) quia (2) nam L^1 10 celerrimis (1) vibrationibus (2) reciprocationibus L^1 10–14 obtinet, (1) implere videtur (2) | illud erg. | quia successio ob velocitatem notari nequit, implere videtur, (a) uti (b) quemadmodum (aa) in ten (bb) rotato (cc) rotatus | celeriter erg. | in tenebris baculus in | cuius erg. | extremo est carbo ignitus, circulum ignitum quasi (aaa) simul (bbb) partes habentem simul existentes optica deceptione exhibet. (aaaa) Hinc (bbbb) Ex his (cccc) Posito jam [...] hinc causa (aaaaa) est (bbbb) patet L^1 obtinet, (1) illud | quia erg. *Lil* | successio ob velocitatem notari nequit, implere videtur, l (2) hoc implere [...] notari nequit, *Lil* quemadmodum rotatus | celeriter erg. *Hrsg. nach L¹* | in tenebris [...] est carbo (a) ignitus, l (b) accensus, *Lil* circulum ignitum [...] causa patet l 15 sonantes, (1) fictilia vasa, | vitra erg. | (2) vitra, fictilia vasa, L^1 15 genus L^1 genus , l 15 imprimis erg. L^1 16 velut (1) obsurdescant (2) obmutescant | aut certe inconditum aliiquid sonent erg. | , nam L^1 velut obmutescant, [...] sonant, nam l

11–13 quemadmodum [...] exibet: Vgl. GASSENDI, *Physica*, sectio I, l. II, cap. 3 (GOO I, S. 194b).

nem acceptam non repercutiendo aut se restituendo reddunt sed absorbent, quemadmodum nec lapillus molli et laxo corpori illapsus resiliet, vibrationes quoque corporis duri percussi cum apprehenditur [a molli] utique impediuntur ne libere exerceri queant. His consideratis, causa reperiri poterit cur carbones tinniant instar fragminum ex metallis, lignum vero non tinniat, sed surdum magis sonum edat, quoniam aquositas quae in ligno est, partibus durioribus mixta, considerari potest instar stupiae quae campanis circumponeretur, aut quae testudinis fidibus circumvolveretur [tremorem enim chordarum impediret nec acciperet]. Sed cum lignum in carbones [4 r^o] redigitur[,] satis quidem uritur quantum opus ad aquosas partes expellendas, quia vero id fit in occluso loco, calor non satis est validus ad humorem magis fixum aut viscosum aut si ita vocare libet, sulphureum, eliciendum, quo nempe partes solidiores connectuntur, itaque perinde est ac si igne immisso stappa circa campanas conflagraret, ipsis campanis igne mediocri non laesis, inde impedimento molli quod in ligno fuerat ustione sublato, corpus carbonis fit tinnulum; licet fatendum sit, in carbone non parum etiam viscositatis perdi cum aquositate, 15 unde fit fragilis. Addantur quae infra de sono Atono notabimus.

1–4 repercutiendo | aut se restituendo *erg.* | reddunt (1) . Sed (2) , sed absorbent, (a) ut patet (b) neque enim (c) quemadmodum nec [...] illapsus resiliet; (aa) praeterea (bb) et vibrationes corporis percussi cum apprehenditur | a molli *erg.* | utique impediuntur | ne libere exerceri queant *erg.* | . (aaa) Hanc | quoque *erg.* | causam esse puto (bbb) His consideratis causa reperiri poterit *L¹* repercutiendo aut [...] illapsus resiliet, | et *gestr. Lil* | vibrationes | quoque *erg. Lil* | corporis | duri *erg. Lil* | percussi cum apprehenditur | a molli *gestr. l. erg. Hrsg. nach L¹* | utique impediuntur [...] reperiri poterit *l* 4f. instar (1) metallicorum corpo (2) fragminum ex metallis, *L¹* 5 vero fehlt *L¹*, *erg. Lil* 5 edat *L¹* edat, *l* 7f. aut quae [...] nec acciperet *erg. L¹* aut quae testudinis fidibus circumvolveretur | tremorem enim [...] nec acciperet *erg. Hrsg. nach L¹* | . *l* 8 redigitur , *L¹* redigitur *l* 9 expellendas, (1) sed cum (2) cum vero (a) clausis (b) id fiat (3) quia vero [...] occluso loco, *L¹* 10 magis (1) viscosum (2) fixum aut viscosum *L¹* 10f. sulphureum *L¹* sulphureum , *l* 11 connectuntur . Itaque *L¹* connectuntur , itaque *l* 12–15 stappa (1) quae campanas cir (2) circa campanas conflagraret, campanis igne | tam *gestr.* | mediocri non laesis (a) . (b) unde impedimento molli | quod in ligno fuerat ustione *erg.* | sublato corpus | carbonis *erg.* | fit tinnulum licet (aa) autem carbo sit fragilis (bb) fatendum sit [...] fit fragilis. *L¹* stappa circa campanas conflagraret, | ipsis *erg. Lil* | campanis igne [...] fit fragilis. | Addantur quae [...] Atono notabimus. *erg. Lil* | *l*

15 infra: S. 128.13–129.13.

Objiciat nobis aliquis forte, soni originem a tremore repetentibus, etiam mollia satis fortiter percussa validum sonum edere, et mollia tamen non videri tensa, quicquid autem tremit tensum esse debere. Deinde objiciat quaedam tam dura tam solida, tam magna esse ut cum sonant, tremor ipsis apte ascribi non posse videatur. Verum ut posteriore primum occurram jam ab aliis plurimis agnatum est, etiam corpora magna et solida ab ictu tremere; ipsa terra equorum satis adhuc distantium unguis percussa applicatae proprius auri adventum nondum adhuc visibilem nuntiat. Sola voce in Alpibus ingentes nivium cumulos commoveri atque corruere constat. Vitrum quod proprio sono tremit, acutiore satis forti et continuato etiam rumpi vulgato jam experimento scimus quod doctissimus Morhofius primus descripsit et erudite illustravit, de cuius causa ac modo plura 10 infra. Magnis muris aut rupibus si vas aqua plenum imponas, superficiem aquae ictus in murum loco satis remoto impactus, faciet crispari. Et qui sciunt nullum corpus tam solidum nostri comparatione esse quin habeat in se aliquem flexilitatis gradum, et nullum

5

1 Objiciat (1) forte aliquis (2) nobis aliquis forte (a) hujus originis (b) soni originem a tremore repetentibus L^1 . Objiciat nobis [...] tremore repetentibus, l 1f. satis (1) valide percussa validum sonum (2) fortiter percussa validum sonum L^1 2 et erg. L^1 3 debere. (1) Respondendum (2) Deinde | objiciat erg. | L^1 4 esse , ut | cum sonant erg. | L^1 esse ut cum sonant, l 4f. ut posteriori primum occurram erg. L^1 5 alii egregiis viris L^1 alii (1) egregiis viris l (2) plurimis Lil 5f. est etiam (1) res max (2) corpora magna et solida (a) percussa (b) ab ictu tremere, L^1 est , etiam [...] ictu tremere; l 6 unguis [1 v°] percussa L^1 8f. constat. (1) Sono (a) unisono (b) duplo acutiore (2) Vitrum (a) sono duplo acutiore (b) cum (c) quod (aa) proprium (bb) proprio sono tremit, | duplo gestr. | acutiore L^1 9 etiam erg. L^1 9 experimento (1) constat (2) scimus, L^1 experimento scimus l 10f. Morhofius | noster gestr. | primus descripsit. Magnis L^1 Morhofius primus descripsit | (1) de quo plura infra (2) et erudite [...] plura infra erg. Lil | . Magnis l 11 rupibus (1) vitrum aqua plenum (2) si vas aqua plenum L^1 11f. superficiem (1) ejus (2) aquae (a) ictu muro impacto crispari videbis (b) ictus in [...] impactus faciet crispari. (aa) Denique sci (bb) Et qui sciunt L^1 superficiem aquae [...] qui sciunt l 13 in se fehlt L^1 , erg. Lil 13 gradum ; L^1 gradum , l

1 aliquis: G. C. SCHELHAMMER, Brief an G. W. Leibniz vom 13. (23.) April 1681 (*LSB* III, 3 N. 206, S. 395.13–396.5). Anspielungen auf Schelhammers Einwand sind ebenfalls in N. 121 (S. 95.14–15) und N. 122 (S. 105.17) anzutreffen. 3 objiciat: SCHELHAMMER, Brief vom 13. (23.) April 1681 (*LSB* III, 3 N. 206, S. 396.2–4). Siehe zudem eine von Leibniz dort verfasste Randbemerkung (S. 396.15–19). 5f. agnatum [...] tremere: Siehe etwa J. ROHALUT, *Traité de physique*, partie I, chap. 26, § 8 (2. Ausgabe, Paris 1672, Bd. I, S. 272). 6f. ipsa [...] nuntiat: Mögliche kombinierte Anspielung auf MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre I des mouvements, prop. 14 (Bd. I, S. A 25), und C. F. M. DECHALES, *Cursus*, tract. XXII, prop. 3 (Lyon 1674, Bd. III, S. 5b). 7f. Sola [...] constat: Wohl nach D. G. MORHOF, *De scypho vitro*, 2. Ausgabe, Kiel 1682, S. 121. 8–10 Vitrum [...] illustravit: a.a.O., S. 16f. 11 infra: S. 136.3–137.4 11f. Magnis [...] crispari: Siehe H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 73 (Bd. II, Lyon 1670, S. 159b).

impetum tam exiguum esse, quin propagetur in infinitum, et maximum a minimo aliquid pati, haec non mirantur. Praeterea certum est et demonstrabile (licet hoc Cartesio in Epistola ad Mersennum pro falso habitum fuerit) corporum reflexiones non aliam habere causam, quam quod collisa corpora ob ictum nonnihil cedunt[,] mox vero se restituentia sese mutuo si possint iterum rejiciunt atque dissiliunt, ut oculis ipsis manifestum est, si pilae inflatae [4 v°] lapillus incidat; de quo jam olim in *Hypothesi nostra*. Haec de solidissimis quorum quo major est durities, eo celerior restitutio acutiorque sonus. Quod vero mollia attinet, sciendum est nihil tam molle esse quin aliquo sit opus nisu ad partes ejus divellendas. Quicquid autem rumpitur, id antequam rumpatur tenditur, potest ergo ictus ita esse temperatus, ut tendat quidem sed non rumpat; ita cum culcitra baculo percussa sonat, dubium nullum est fila ejus ictu ipso nonnihil tendi. Ita ipsa aqua sonum edit[,] quid ni? cum tanta sit ejus soliditas ut corpora sufficiente celeritate, obliquitate, latitudine, impacta, etiam repercutere possit. Imo quo celerior est ictus dividentis, hoc major est dividendi resistentia, et licet vincatur, tamen divisio non sine magna partium

1f. in | in *versehentlich erhalten* | infinitum, (1) talia (a) minus mira (b) non mirantur (2) et maximum (a) patiens al (b) a minimo aliquid pati | posse *gestr.* | , haec non mirantur. *L¹* 2f. est | et demonstrabile *erg.* | corporum (1) repercussionem (2) reflexiones *L¹* est et demonstrabile | (licet hoc Cartesio in (1) Epistolis (2) Epistola ad [...] habitum fuerit) *erg.* *Lil* | corporum reflexiones *l* 4–6 quod percussum corpus (1) se nih (2) nonnihil | ictu *gestr.* | cedit, sed mox sese | restituens, corpus *erg.* | impactum iterum rejicit, ut (a) in pila inflata (b) oculis ipsis [...] incidat. De quo *L¹* quod (1) percussum corpus *l* (2) percussa (3) collisa corpora | ob ictum *erg.* | *Lil* nonnihil (a) cedit sed *l* (b) cedunt *Lil* mox (aa) sese *l* (bb) vero se *Lil* (aaa) restituens corpus impactum *l* (bbb) restituentia sese mutuo si possint *Lil* iterum (aaaa) rejicit *l* (bbbb) rejiciunt atque dissiliunt, *Lil* ut oculis [...] incidat; de quo *l* 6 nostra. (1) Atque (2) Haec *L¹* 7 solidissimis | quorum quo [...] celerior restitutio, (1) validiorque cum sono (2) acutiorque sonus *erg.* | . *L¹* solidissimis quorum [...] celerior restitutio (1) cum (2) acutiorque sonus. *l* 8 molle (1) ejus (2) esse *L¹* 9–11 divellendas (1). Ut si culcitram percutiendo (2), (a) aute (b) fue (c) quicquid autem [...] antequam rumpatur (aa) tendi prius (bb) tenditur | prius *gestr.* | , potest ergo ictus (aaa) tam (bbb) ita esse (aaaa) moderatus (bbbb) temperatus, ut [...] non rumpat. Ita cum [...] percussa sonat, *L¹* divellendas . Quicquid [...] percussa sonat, *l* 12 edit ; *L¹* edit *l* 12f. sit ejus (1) celeritas (2) soliditas, ut | corpora *erg.* | sufficienti celeritate, obliquitate, latitudine impacta *L¹* sit ejus [...] celeritate, obliquitate | , latitudine, *erg.* *Lil* | impacta, *l* 13f. ictus (1) hoc corpora (2) dividentis, hoc major *L¹*

2f. Cartesio [...] Mersennum: R. DESCARTES, Brief an M. Mersenne vom 18. März 1641 (*DL III*, Nr. 109, S. 598f.; *DO III*, Nr. 233, S. 338f.). 6 *Hypothesi nostra*: G. W. LEIBNIZ, *Hypothesis physica nova*, Mainz 1671, § 22 (*LSB VI*, 2 N. 40, S. 230f.). 7–11 Quod [...] tendi: Siehe Schelhammers ersten Einwand (S. 117.1–3). Dieselbe Erwiderung findet sich bereits in Leibnizens Randbemerkungen zu Schelhammers Brief vom 13. (23.) April 1681 (*LSB III*, 3 N. 206, S. 396, Anm. 11 u. 12); siehe zudem Leibnizens Antwort an Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682 (ebd. N. 311, S. 545.10–20; 550.8–10).

concussione ac tremore fit. Si tubulum aere exhaustum et sigillatum in quo aliquid aquae inest fortiter moveas, aquae partes subita divulsione et collisione magnum edunt sonum. De aere aeri concurrente dicam postea. Porro cum omnia percussa sint tensa, hinc sequitur tremor, seu restitutio et exorbitatio, aliquoties reciprocatae; omne enim tensum, si pulsetur tremit aliquoties quia quae semel impetum concepere etsi sese restituant in statum ad quem tendunt, tamen non confessim in eo quiescere possunt, sed ultra tendunt et paulatim demum ad quietem proprius accedunt, etsi fortasse eam nunquam omnino assequantur et vibrationes in infinitum continuunt[,] quae tamen insensibiles redduntur aliisque supervenientibus confunduntur.

Haec omnia ex chordarum vibrationibus et funependulorum oscillationibus, alisque 10 exemplis patent, videnturque et ad memoriam seu conservationem specierum impressarum explicandam conferre posse. Notandum quoque corpora quo sunt purius et in partibus quoque minoribus uniformius elastica minusque heterogeneorum, in primis mollium,

5

1 ac erg. L^1 u. *Lil* 1 fit. (1) Aer (2) Si tubulum aere exhaustum (a) ut (b) et L^1 2–5 moveas, (1) aqua (2) aquae partes subito (a) divisa (b) divulsae iterumque (aa) concurrens (bb) concurrentes magnum (aaa) edit (bbb) edunt sonum. De aere | aeri concurrente erg. | dicam postea. (aaaa) Cum (aaaaa) enim (bbbb) igitur (bbb) Porro cum omnia percussa (aaaaa) tantum utique trement (aaaaa-a) . Nam scie (bbbb-b) et quidem (cccc-c) . Quia (bbbb) sint tensa, [...] et exorbitatio aliquoties reciprocatae omne (aaaaa-a) autem (bbbb-b) enim tensum [...] aliquoties, quia L^1 moveas, aquae partes (1) subito divulsae | et erg. *Lil* | iterum concurrentes l (2) subita divulsione et collisione *Lil* magnum edunt sonum. De aere (a) aeri currente l (b) aeri concurrente *Lil* dicam postea (aa) porro l (bb) . Porro *Lil* cum omnia | percussa erg. *Lil* | sint tensa, [...] aliquoties quia l 5 concepere , L^1 concepere l 6–8 tendunt tamen (1) quia (2) non (a) statim (b) (–) (c) continuo qu (d) confessim in eo (aa) quiescent (bb) quiescere possunt, sed ultra tendunt, (aaa) paulatimque (bbb) iterumque exorbitant ac denuo restituta paulatim demum [...] omnino assequantur, et vibrationes in infinitum continuunt, (aaaa) quae tamen (bbbb) quanquam (ccc) quae tamen L^1 tendunt , tamen [...] ultra tendunt | et erg. *Lil* | paulatim demum [...] quae tamen l 9f. confunduntur. (1) Quae (2) Haec L^1 10 vibrationibus , L^1 vibrationibus l 10 oscillationibus L^1 oscillationibus , l 11 ad erg. L^1 12–S. 120.1 quoque quo corpora sunt purius et uniformius elastica etiam in partibus minoribus, | minusque heterogeneorum et (1) maxime (2) in primis mollium admixtum habent, erg. | L^1 quoque corpora | quo erg. *Lil* | sunt purius et | in partibus quoque minoribus erg. *Lil* | uniformius elastica (1) | , (erg. *Lil* | etiam in partibus (a) minoribusque l (b) minoribus) (2) minusque *Lil* heterogeneorum, in primis mollium, admixtum habent, l

1f. Si [...] sonum: Siehe O. v. GUERICKE, *Experimenta nova*, lib. III, cap. 7 (Amsterdam 1672, S. 79b–80a) sowie Leibnizens Auszüge hieraus (LSB VIII, 1, N. 36, S. 247.18–248.1). 3 postea: S. 123.5–127.5. 10–S. 121.8 Haec omnia [...] publicatum est: In L^1 nachträglich am Rand von Bl. 1v° verfasst.

admixtum habent, hoc ad sonum esse aptiora: nam alioqui magnam impetus portionem in partium suarum insensilium motus internos dispersam absumunt nec impingenti vel aeri totam simul [5 r^o] una totius restitutione reddunt. Caeterum si quis causam Elastri seu restitutionis hujusmodi in rebus tensis quaerat, is sciat nullam aliam esse quam quod subita mutatio quae percussione fit praesentem rerum statum ac fluidorum invisibilium motum turbat ut vias quas in corporibus crassioribus vix sibi paulatim magno temporis tractu fecerant[,] flexu corporis facto non aequa faciles sed impeditas inveniant, unde obstacula removere, cunctaque eo nisu restituere in priorem statum nituntur, quali aqua in aggeres objectos agit: ubi vero pori satis ampli sunt pro subtilitate fluidi permeantis aut paulatim tales redduntur[,] elastrum cessat. Sed haec alias distinctius. Ex his autem omnibus intelligi potest percussionem esse causam soni remotam tantum, propinquam vero esse percussi restitutionem tremulam, haec enim semper aequidiuturna est, adeoque aequa acuta, aut aequa gravis, quamdiu corpus aequa tensum manet, sive fortis sive debilis sit percussio; quod nisi esset, nullus in sono esset tonus, nec explicari posset, quo-

1 aptiora , L^1 aptiora : l 1–4 magnam (1) ictus partem (2) impetus (a) partem (b) portionem (aa) in assumptionem (bb) absumunt (cc) in partium suarum insensilium motus (aaa) , nec impingenti vel aeri sed (bbb) internos (aaaa) , nec (bbbb) dispersam absumunt, [...] vel aeri | totam simul una totius restitutione erg. | reddunt. (aaaaa) Causa (bbbb) Si quis | vero erg. | causam (cccc) Caeterum si quis causam Elastri (aaaaa-a) in rebus (bbbb-b) seu restitutionis hujusmodi in rebus | tensis erg. | quaerat, | is erg. | sciat (aaaaa-aa) nullum (bbbb-bb) nullam aliam esse, L^1 magnam (1) ictus (2) impetus portionem [...] dispersam absumunt (a) . Caeterum si quis (b) nec impingenti [...] si quis (aa) causa Elastri l (bb) causam Elastri Ll seu restitutionis [...] aliam esse l 4f. quod subita L^1 quod (1) debita l (2) subita Ll 5 quae percussione fit erg. L^1 5 rerum erg. L^1 6f. turbat ; (1) unde conatus fluidorum (2) ut (a) viam (b) aequa atque ante viam (3) ut viam ante quam (4) ut vias quas | in corporibus crassioribus erg. | vix sibi [...] tractu fecerant, | flexu corporis facto erg. | non aequa (a) facilem (b) faciles sed (aa) impeditam (bb) impeditas inveniant, L^1 turbat ut vias [...] impeditas inveniant, l 8 removere L^1 removere , l 8 nituntur L^1 nituntur , l 8f. aqua | in erg. | aggeres L^1 9 agit . (1) Sed ubi (2) Ubi vero L^1 agit | : erg. Ll | ubi vero l 9f. permeantis | aut paulatim tales redduntur, erg. | L^1 permeantis | modus quo sonus in aere propagetur gestr. | aut paulatim tales redduntur l 10f. distinctius. (1) Itaque non sufficit percussio | sonantis erg. | , (a) sed (b) quae est causa soni tantum remota, (aa) sed (bb) alioqui (2) Ex his | autem omnibus erg. | intelligi potest [...] remotam tantum, L^1 12 tremulam : (1) quae (2) haec enim L^1 tremulam , haec enim l 12f. adeoque (1) sive (2) aequa acuta aut aequa gravis [...] tensum manet; erg. L^1 adeoque aequa acuta | , erg. Ll | (1) ac l (2) aut Ll aequa gravis, [...] tensum manet, l 14 sit (1) ictus (2) percussio, L^1 sit percussio; l 14 in sono erg. L^1

10 alias: Etwa N. 143 (*Explicatio mechanica elastri*).

modo chorda eadem, sive fortius sive debilius pulsata, eundem tamen tonum ederet. Nam Elastica sive celeriter sive tarde pressa et tensa, aequali tamen celeritate restituuntur[,] quod alibi demonstrabitur accurate, multaeque singulares hujus motus proprietates ex intima Geometria proferentur[,] neque enim hactenus causa satis reddita est. Hinc autem nascitur usus elastri duplex ad Chronometrum, unus ad instar pendulorum, quia vibrationes magnae et parvae sunt aequidiuturnae; alter adhuc absolutior si ad eundem semper gradum tensionis restituatur unum Elastrum, dum adhuc vibrat alterum, quod Chronometrum a me aliquando adhibitum et publicatum est.

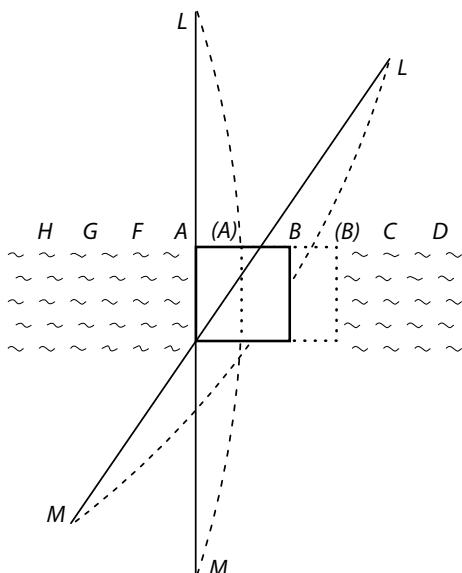
Sequitur quomodo Sonantia tremorem aliis tensis sed maxime unisonis communicent, hoc autem satis apte non fieret, nisi natura excogitasset fluidum aliquod, sed tensum tamen sive Elasticum quale est aer[:] nam experimento Gerikii habe-

5

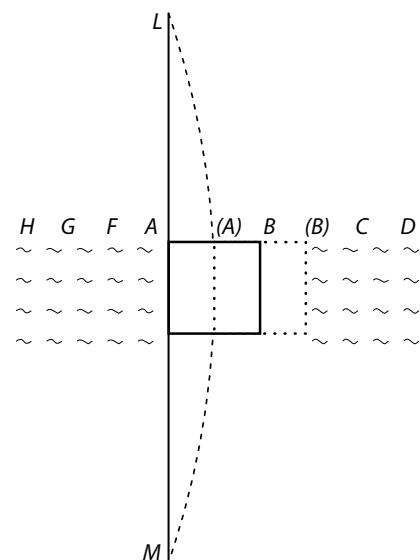
1 eadem L^1 eadem , l 1–8 tonum (1) edat (2) ederet (a), sed (aa) adhiben (bb) potius adhibenda est corporis (aaa) sese resti (bbb) percussi restitutio seu tremor; (aaaa) et (bbbb) unde mota vibratio seu tremor (b). Nam (aa) corpora tensa (bb) Elastica sive [...] celeritate restituuntur, (aaa) quo ego principio olim ad (aaaa) Horologii (bbbb) Chronometri novi inventionem etiam usus sum, posito eodem tensionis gradu. Sed (aaaaa) tamen (bbbb) divulsa (cccc) etsi diversa sit, tamen aequidiuturna restitutio est, quod alibi demonstrabo accuratius quam talia solent; neque enim hactenus ea in re satisfactum (bbb) quod alibi demonstrabitur (aaaa) accuratius (bbbb) accurate, multaeque [...] Geometria proferentur. Neque enim [...] reddita est. Hinc | autem erg. | usus Elastri duplex ad [...] magnae et parvae aequidiuturnae, alter | tamen *gestr.* | adhuc absolutior, [...] semper gradum (aaaaa) resti (bbbb) tensionis restituatur unum dum | adhuc erg. | vibrat alterum, quod | Chronometrum erg. | a me aliquando adhibitum (aaaaa-a) est (bbbb-b) et publicatum est. L^1 tonum ederet. [...] singulares hujus (1) modus l (2) motus *Lil* proprietates ex [...] Hinc autem | nascitur erg. *Lil* | usus elastri [...] et parvae | sunt erg. *Lil* | aequidiuturnae (a) : l (b); *Lil* alter adhuc [...] restituatur unum | Elastrum erg. *Lil* | dum adhuc [...] publicatum est. l 9 quomodo | corpora *gestr.* | Sonantia L^1 10 satis erg. L^1 11 aer . Nam L^1 aer nam l

3 alibi: Theoreme über den Isochronismus der Schwingungen gespannter Saiten finden sich bereits in Entwürfen aus Dezember 1680/Anfang 1681, jedoch ungenau formuliert und ohne Beweise; vgl. N. 86 (S. 64.18–20) und N. 10 (S. 84.2–3). Dass die *restitutio omnimoda* einer gespannten Saite isochron sei, war aber in den Texten N. 85 (S. 63.10–17) und N. 9 (S. 74.18–76.8) geometrisch nachgewiesen worden. Den Isochronismus der Schwingungen versuchte Leibniz wieder in Entwürfen aus den Jahren 1690–1695 zu beweisen; vgl. N. 321 und N. 322, bes. S. 357.20–358.8. 7f. quod [...] est: Siehe G. W. LEIBNIZ, „Extrait d'une lettre touchant le principe de justesse des horloges portatives“, JS, 25. März 1675, Pariser Ausgabe: S. 93–96 (*LSB* III, 1 N. 45, Fassung f, S. 192–201). 11 experimento Gerikii: Siehe GUERICKE, *Experimenta nova*, I. III, cap. 15 (S. 91f.) sowie Leibnizens Auszüge hieraus (*LSB* VIII, 1 N. 36, S. 256f.).

mus tinnitus non aequa produci in loco ab aere communi vacuo; considerandum tamen praeterea est, dum latera vasis exhausti intus ictum excipiunt, eum eo ipso ad aerem externum propagari; deinde aerem nunquam perfecte exhaudiri sed tantum dilatari, aquae quoque et aliis fluidis multum aeris inesse: denique et aquam ipsam [5 v^o] et omnia fluida, aliquo elastri gradu aerem imitari, et esse aliquod fluidum aere communi subtilius et penetrantius experimentis evictum est. Itaque quae de aere dicemus[,] de aliis aliqua pro-



[Fig. 1a; L^1 (Bl. 2 r^o)]



[Fig. 1b; Lil (Bl. 5 v^o)]

1–3 in (1) vacuo ab aere communi (a) loco (b) loco, (2) loco ab aere communi vacuo; (a) cum (b) considerandum tamen (aa) est, (bb) praeterea est et latera vasis | percussa *gestr.* | ad (aaa) extranea (bbb) extraneum aerem jam sonum satis (cc) praeterea est dum (aaa) | intus *erg.* | latera vasis exhausti (bbb) latera vasis [...] aerem externum L^1 in loco [...] ad aerem (1) extremum l (2) externum Lil 3f. dilatari ; aquae (1) autem (2) quoque L^1 dilatari , aquae quoque l 4 denique et (1) alia (2) aquam ipsam et omnia fluida, L^1 6 penetrantius , L^1 penetrantius l

5f. esse [...] est: Wohl Anspielung auf C. HUYGENS, „Extrait d'une lettre touchant les phenomenes de l'Eau purgée d'air“, JS, 25. Juli 1672 (Pariser Ausgabe: S. 133–140; HO VII, S. 201–206). Huygens' Bericht hat Leibniz zu Überlegungen über den Äther veranlasst; vgl. etwa LSB VIII, 1 N. 39. [Fig. 1a]: Die schräge Saite LM wird bei der Beschreibung weder in L^1 noch in l bzw. Lil berücksichtigt. Sie geht vermutlich auf das Diagramm [Fig. 1] in N. 122, S. 107 zurück.

portione intelligentur. Modus quo sonus in aere propagetur nunquam quod sciam satis explicatus est. Circulos aqueis similes, supra rejecimus, nec putandum est opus esse ut quasi sagittulae quaedam aereae a sonante spargantur, itaque utile erit aliquam figuram adhibere ad faciliorem rei novae intellectum.

Sit chorda *LAM* tensa per se, inque duobus extremis fixis *LM* firmata[,] ea in medio puncto *A* apprehensa pulsetur, seu ex linea recta *LM* producatur in arcum *L(A)M*, et ultra; inde dimissa sibi relinquatur, ut redire ad priorem statum, quin et in contrariam partem versus *F* deinde evagari atque aliquamdiu motum reciprocare possit. Cum igitur durante hac reciprocatione sonoque inde orto, rursus excurrit ab *A* in (*A*), tum ponamus facilioris ratiocinationis causa in puncto *A* alligatum vel affixum chordae esse corpus *AB* (: quale corpus ipsa chordae materia ad punctum *A* ab uno latere chordae existens intelligi potest :) quod per vibrationem ex loco *AB*, transferatur in locum (*A*)(*B*), itaque aerem expellat ex loco *B(B)* quem corpus *AB* nunc nove ingreditur, et contra aerem alium faciet succedere in locum *A(A)* quem deserit. Sed cum vibratio sit celerrima nec satis celeriter circulus aeris absolvitur, aerque ex *B(B)* expulsus in spatio circumfuso aequaliter distribui possit; hinc fit ut aer (*B*)*C*, anterior corpore moto, per istum impetum nonnihil comprimatur, seu plus aeris expulsi accipiat quam aliud remotior *CD*. Et contra, cum aeri *AF*

1 propagetur [2 r°] nunquam *L¹* 2 aqueis similes, *fehlt L¹, erg. Lil* 2 esse , *L¹* esse *l*
 3f. itaque (1) opus est aliqua figura (2) utile erit aliquam figuram adhibere *L¹* 5 tensa | per
 se, [...] *LM* firmata *erg. |* , *L¹* tensa per [...] *LM* firmata *l* 6 seu a linea *L¹* seu | ex *erg. Lil* |
 linea *l* 6f. *L(A)M* | et ultra *erg. |* inde *L¹* *L(A)M* , et ultra; inde *l* 8 evagari , *L¹* evagari *l*
 8 motum *erg. L¹* 9 reciprocatione , *L¹* reciprocatione *l* 9 orto *L¹* orto , *l* 9–12 in (*A*),
 (1) intelligamus in (a) *A* affix (b) puncto *A* (2) tum ponamus facilitatis causa (a) in *A* alligatum (b) in
 puncto *A* [...] corpus *AB* (aa) (chordae partem si placet repraesentari) (bb) (quale corpus (aaa) est
 (bbb) ipsa chordae [...] punctum *A* ab (aaaa) una parte (bbbb) uno latere [...] intelligi potest), *L¹* in
 (*A*), tum ponamus (1) facilitatis *l* (2) facilioris ratiocinationis *Lil* causa in [...] ad punctum (a) ab *l*
 (b) *A* ab *Lil* uno latere [...] intelligi potest :) *l* 12–16 loco *AB*, (1) transfertur (2) transferatur in
 locum (*A*)(*B*) (a) cumque vibratio sit celerrima aer (b) itaque aerem expellat ex loco *B(B)* (aa) quod
 (bb) quem (aaa) nunc in (bbb) corpus *AB* nunc (aaaa) ingreditur, ex (bbbb) nove ingreditur, [...] absolvitur,
 aerque (aaaaa) qui (bbbb) praecise sese aequaliter (cccc) ex *B(B)* expulsus (aaaaa-a) se aequaliter
 distribuere, et in (bbbb-b) in spatio circumfuso aequaliter (aaaaa-aa) distribuere (bbbb-bb) distribui
 possit, *L¹* loco *AB*, transferatur [...] distribui possit; *l* 16f. anterior (1) sit impetu isto (2) corpore
 moto [...] nonnihil comprimatur, *L¹* anterior corpore (1) motus, *l* (2) moto, *Lil* per istum impetum
 nonnihil comprimatur, *l* 17 contra *L¹* contra , *l* 17 cum *erg. L¹*

2 supra: S. 114.4–12. 3 quasi [...] spargantur: Siehe FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 52
 (Bd. II, S. 145a).

qui posterior est corpore moto, non tantum novi aeris statim subministratur quantum opus esset ad locum vacuum *A(A)* a corpore desertum, sine rarefactione implendum, ideo ipse aer *AF* nonnihil dilatatur, eoque magis quo ipsi *A* est propior[.] itaque necesse est aerem sonanti propinquum comprimi ac dilatari, sive (quia Tensionis nomine omnem corporis Elastici a naturali statu dimotionem intelligo) praeter solitum tendi. Habet autem aer suum jam Elastrum naturale determinatumque compressionis gradum, quem partim a sua natura partim ab incumbentis aeris pondere accepit; et omne elasticum sive tensum corpus, cum majorem solito tensionem accipit sive cum pulsatur, tremit; aeris ergo portio chordae propinqua, ipsamet instar chordae alicujus tremit. Et hunc [6 r^o] 10 tremorem continuaret aliquandiu etsi non aliis aer ipsi esset vicinus. Veruntamen adhuc praeterea accedit nova causa ab aere quoque vicino[,] quae continuationem auget. Nam ut aer (*B*)*C* justo compressior sese exonerare conatur in ambientem[,] ita contra ambiens aer magna vi irruit in locum aeris *F(A)* justo dilatatoris: sed aer se exonerans, sese justo amplius exonerat; et contra, aer irruens, justo largius irruit; uti pendulum descendens

1 corpore (1), cui (2) moto, *L¹* 1f. tantum (1) ipsi (2) novi aeris statim (a) subministretur (b) subministratur quantum (aa) ipse (bb) opus (aaa) est (bbb) esset *L¹* tantum novi (1) aliis *l* (2) aeris *Lil* statim subministratur quantum opus esset *l* 2 desertum *L¹* desertum, *l* 2 rarefactione | sui *gestr.* | implendum, *L¹* 3f. itaque (1) videmus quando (2) necesse est *L¹* 5 intelligo) (1) tendi (2) praeter solitum tendi. *L¹* 6f. naturale (1) quem a (2) determinatumque compressionis gradum, quem (a) a pondere (b) partim a [...] pondere accepit, *L¹* naturale determinatumque [...] pondere accepit; *l* 7 omne Elasticum *L¹* omne elasticum *l* 8 corpus *L¹* corpus, *l* 8 accipit, *L¹* accipit *l* 8 pulsatur tremit, *L¹* pulsatur, tremit; *l* 9 propinqua | ipsamet *erg.* | *L¹* propinqua, ipsamet *l* 9 alicujus, *L¹* alicujus *l* 9f. tremit. (1) Cui accedit q (2) Et hoc faceret (3) Et hunc tremorem continuaret aliquandiu *L¹* 10f. vicinus. (1) Sed tamen (2) Veruntamen adhuc praeterea *L¹* 11 vicino |, quae continuationem auget *erg.* | . *L¹* vicino quae continuationem auget. *l* 12 aer (1) *BC* (2) (*B*)*C* *L¹* 12 conatur in (1) vicinum, (2) ambientem, ita contra (a) vicinus (b) ambiens *L¹* 13-S. 125.1 justo dilatatoris. (1) Unde (2) Sed aer | partim *gestr.* | se exonerans, [...] exonerat, et contra aer irruens justo largius irruit, (a) unde (b) uti pendulum (aa) post descensum justo longius (bb) descendendo exorbitat justoque longius movetur, (aaa) iterumque (bbb) atque iterum ascendit. Unde *L¹* justo (1) dilatatoris. Sed aer *l* (2) dilatatoris: sed aer *Lil* se exonerans, [...] movetur atque | iterumque ändert Hrsg. nach *L¹* | ascendit; unde *l*

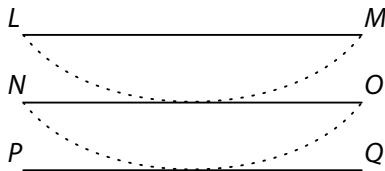
do exorbitat, justoque longius movetur atque [iterum] ascendit; unde vibratio nascitur aliquandiu duratura. Aer jam vibrans (*B*)*C* vicinum quoque sibi aerem, sed a corpore sonante longius remotum, commovet ad vibrandum, non tantum cum in ipsum irruit et exonerare se conatur, sed etiam cum justo amplius dilatatus iterum redit ad se et sese contrahens ab altero distrahitur. Quod et de aere *AF* dicendum est, qui dum locum *A(A)* corporis *AB* transitu in (*A*)(*B*) vacuefactum, replere conatur, ut supra diximus[,] et versus *A(A)* tendit, quodammodo distrahitur a vicino *GH*, unde aer interceptus *FG* tenditur ac dilatatur[:] quam dilatationem sequitur restitutio nimia seu compressio, et utriusque reciprocatio seu vibratio. Habemus ergo quomodo aer (*B*)*C* vel *AF* tam dilatans sese seu exonerans in vicinum (: postquam a corpore vibrante propulsus aut propriae 10 restitutionis nisu nimium compressus est :) quam contrahens sese seu distrahit a vicino (: postquam a corpore vibrante attractus aut propriae restitutionis nisu nimium dilatatus est :) vicinum (: ut aer (*B*)*C* ipsum *CD* et aer *AF* ipsum *FG* :) comprimat vel diducat, adeoque pulset vel tendat et ad similiter vibrandum commoveat. Atque ita propagatur et vibratio ab aere *AF* ad vicinum *FG*, et ab hoc similiter ad vicinum *GH* 15

1–14 vibratio | (1) aliquandiu (2) satis diu *erg.* | continuata. (1) Sciendum est | quoque *erg.* | portionem aeris ut *AF* dum vibrationes suas exercet, (a) divelli ab alia (b) quodammodo | recendentem *erg.* | distrahi ab alia parte aeris vicini *FG* (aa) et rursus (bb) eamque (aaa) tendere (bbb) dilatare et diducere, et contra rursus | eam comprimere *erg.* | accendentem (aaaa) neque enim (bbbb) unde in loco intercepto nova rursus dilatatio (aaaaa) et | postea *erg.* | compressio reciprocata, seu vibratio (bbbbbb) , | quam sequitur nimia restitutio *erg.* | seu compressio et ex his reciprocatis vibratio. (2) Aer jam vibrans | (*B*)*C* *erg.* | , vicinum quoque | sibi *erg.* | aerem (a) commovet (b) sed a corpore sonante longius remotum, | in *versehentlich erhalten* | commovet ad vibrandum; [...] etiam cum (aa) reversus (bb) justo amplius [...] sese contrahens (aaa) ab eo distrahitur (bbb) ab altero [...] (*A*)(*B*) vacuefactum replere conatur, [...] a vicino *GH* unde [...] seu compressio et utriusque [...] quomodo aer | (*B*)*C* vel *AF* *erg.* | tam dilatans [...] in vicinum, (aaaa) quam (bbbb) postquam a corpore vibrante (aaaaa) compressus est, quam distrahitens (bbbbbb) propulsus aut [...] compressus est; quam contrahens [...] a vicino, postquam a corpore vibrante attractus, [...] dilatatus est, vicinum ut (*B*)*C* ipsum *CD* et *AF* ipsum *FG* (aaaaaa-a) pulset (bbbbbb-b) comprimat vel diducat adeoque pulset sive tendat et [...] vibrandum commoveat. *L*¹ vibratio (1) satis diu continuata. *l* (2) nascitur aliquandiu duratura. *Lil* Aer jam [...] aerem, sed (a) in *l* (b) a *Lil* corpore sonante [...] aer (*B*)*C* vel *AF* (aa) dilatans *l* (bb) tam dilatans *Lil* sese seu exonerans in vicinum (aaa), *l* (bbb) (: *Lil* postquam a [...] compressus est (aaaa) ; *l* (bbbb) :) *Lil* quam contrahens [...] a vicino | (: *erg.* *Lil* | postquam a [...] dilatatus est | :) *erg.* *Lil* | vicinum | (: *erg.* *Lil* | ut | aer *erg.* *Lil* | (*B*)*C* ipsum *CD* et | aer *erg.* *Lil* | *AF* ipsum *FG* | :) *erg.* *Lil* | comprimat vel [...] tendat et | ad *erg.* *Lil* | similiter vibrandum commoveat. *l* 15–S. 126.1 *GH* | et ita porro: *erg.* | *L*¹ *GH* et ita porro; *l*

6 supra: S. 123.17–124.5.

et ita porro; perinde ac si imaginaremur plures chordas LM , NO , PQ sibi vicinas esse; unamque LM pulsatam vibrare usque ad sequentem NO , quae hoc modo etiam pulsata pulset rursus sequentem PQ atque ita porro, quounque continuantur chordae, donec paulatim in postremis chordis frangatur pulsandi impetus excursionesque minuantur[,] 5 ut chorda licet vibrata sequentem non amplius attingat; quod licet in aere non fiat quia continuum est corpus, vibrationes tamen postremae imperceptibiles fient exiguoisque nimis habebunt excursus[,] ac proinde cum idem fere tempus semper etiam parvo excursu insument, motum habebunt tardissimum.

Haec autem quae diximus de aere aerem pulsante illustrantur non parum experientia vacui ab aere ordinario loci. Nam quemadmodum si duo hemisphaeria exhausta subito distrahantur aerque ab omni parte magna vi irruat, duo aeres concurrentes ingen-



[Fig. 2; L^1 (Bl. 2 r^o) u. Lil (Bl. 6 r^o)]

1f. esse unam L^1 esse ; (1) unam l (2) unamque Lil 2f. quae (1) iterum (2) hoc modo etiam pulsata (a) est (b) , pulsat L^1 quae hoc [...] pulsata pulset l 4 in postremis chordis erg. L^1 4 minuantur , L^1 minuantur l 5 vibrata (1) aliam insu (2) sequentem non amplius attingat, quod (a) tamen in aere non fiet (b) licet in aere non fiat, L^1 vibrata sequentem [...] non fiat l 6 corpus L^1 corpus , l 6–9 postremae (1) insensibiles fient (2) imperceptibiles fient (a) . Haec jam (b) exiguoisque nimis habebunt excursus, [...] cum idem | fere erg. | tempus semper parvo quoque excursu [...] pulsante illustrantur L^1 postremae imperceptibiles [...] tempus semper (1) parvo quoque l (2) etiam parvo Lil excursu insument, [...] aerem pulsante | quae si prompta sit aerem modo explicato pulsabit fehlt L^1 , gestr. | illustrantur l 9f. experimento (1) Gerickiano (2) vacuo (3) vacui ab aere ordinario loci. L^1 10 quemadmodum fehlt L^1 , erg. Lil 11 distrahantur , L^1 distrahantur l 11 ab (1) utraque (2) omni parte erg. L^1

1 LM , NO , PQ : Siehe [Fig. 2]. 9 diximus: S. 123 ff. 9f. experimento [...] loci: Siehe GÜERICKE, *Experimenta nova*, l. III, cap. 23–25 (S. 104–107) sowie Leibnizens Auzüge hieraus (*LSB* VIII, 1 N. 36, S. 258). [Fig. 2]: In L^1 (Bl. 2 r^o) liegt zudem ein gestr. Entwurf dieses Diagramms vor.

tem instar sclopeti fragorem edent, seu in partibus suis vicinisque tremorem efficient; ita hic quoque cum[,] dilatato partim, partim compresso aere per sonori corporis vibrationem, [6 v^o] etiam oriatur aliquid vacui id est loci aere valde exhausti, hinc etiam ex collisione aeris irruentis in locum vacuum, seu sese exonerantis ex compresso, rudimentum aliquod soni seu tremorem et hujus aeris et vicini, consequi necesse est. Hactenus 5 porro unam tantum corporis sonori *AB* itionem spectavimus ab *AB* in (*A*)(*B*), quae si promta sit, aerem modo explicato pulsabit. Atque aer quidem semel in motu reciproco positus aliquandiu vibrationes continuaret ut ostendimus, etsi chordam tensam statim post primam vibrationem requiescere fingeremus; tametsi hinc nullus fortasse oriturus esset sonus, quemadmodum pauciores justo radii non faciunt visum. Verum nunc con- 10 siderandum est corpus *AB* cum excurrit in (*A*)(*B*), rursus regredi in locum *AB*, imo transgredi in alteram partem versus *F*, idque facere aliquoties; semper ergo novos vi- brandi conatus aeri ambienti imprimet. Sed cum aer ille retineat adhuc vibrationes a 15 praecedentibus ejusdem chordae impressionibus acceptas, hinc sequetur aliqua perturba- tio: continget enim saepe ut vibrationes inter se non consentiant, dum enim nova chordae impressio aerem forte solicitabit ad compressionem, ipse ex prioris vibrationis reliquiis tendet ad dilatationem vel contra. Sed haec cum magnam factura sint motuum pertur-

1 fragorem edunt (*1*) ; (*2*) seu *L¹* fragorem edent, seu *l* 1f. tremorem efficiunt. Ita *L¹* tremorem efficient (*1*) . Ita *l* (*2*) ; ita *Lil* 2–4 dilatato partim, (*1*) partim (*2*) aere (*3*) partim compresso (*a*) sonori ali (*b*) aere | per *erg.* | sonori corporis vibrationem, aliquis (*aa*) sit (*bb*) sit tum compressi aeris tum etiam vacui id est aeris exhausti gradus exiguis (*aaa*) tamen aliquis (*bbb*) licet, aliquis tamen (*aaaa*) sit (*bbbb*) hinc etiam | ex collisione [...] ex compresso *erg.* | *L¹* dilatato partim, | partim *erg.* *Lil* | compresso aere [...] corporis vibrationem, (*1*) aliquis sit tum [6 v^o] compressi aeris tum etiam *l* (*2*) aliqui (*3*) etiam oriatur aliquid *Lil* vacui id est (*a*) aere[!] exhausti, gradus exiguis licet aliquis tamen *l* (*b*) loci aere valde exhausti, *Lil* hinc etiam [...] ex compresso, *l* 5 tremorem (*1*) aer (*2*) et hujus aeris *L¹* 5 vicini *L¹* vicini , *l* 5–7 Hactenus porro [...] corporis sonori (*1*) itionem (*2*) *AB* itionem [...] promta sit aerem modo explicato pulsabit. *erg.* *L¹* Hactenus porro [...] explicato pulsabit. *l* 7 in (*1*) vibratione (*2*) motu reciproco *L¹* 8 ut ostendimus *erg.* *L¹* 9 fingeremus , *L¹* fingeremus ; *l* 9 fortasse *erg.* *L¹* 12 aliquoties . Semper *L¹* aliquoties ; semper *l* 13 imprimet. (*1*) Verum (*2*) Sed *L¹* 14 praecedentibus ejusdem chordae impressionibus acceptas, *L¹* praecedentibus | et *gestr.* *Lil* | ejusdem chordae impressionibus (*1*) <acce>ptas, *l* (*2*) acceptas, *Lil* 14f. perturbatio ; (*1*) fieri enim poterit ut aer (*2*) fiet enim (*3*) continget enim | saepe *erg.* | ut vibrationes | inter se *erg.* | non consentiant, *L¹* perturbatio : continget [...] non consentiant, *l* 17 dilatationem | , vel contra *erg.* | . Sed *L¹* dilatationem vel contra. Sed *l* 17–S. 128.1 perturbationem , *L¹* perturbationem *l*

6 corporis sonori *AB*: Siehe [*Fig. 1b*] auf S. 122.

8 ut ostendimus: S. 124.5 ff.

bationem et chorda fortior praesenti vibratione reliquiis prioris vibrationis praevaleat, sintque chordae vibrationes semper aequabiles et aequidiuturnae[,] hinc aer se paulatim ita chordae accommodat ut mox vibrationes aeris vibrationibus chordae consentiant, et nisi hoc fieret non propagaretur sonus sed mox ob perturbationem destrueretur. Verum ista continuatione atque consensu et communicatur longius et repetitione ipsa fortior fit, ac denique sensibilis redditur.

Sed quaeret aliquis quomodo evitetur perturbatio ista soni propagationem impeditura, neque enim in aere intelligi potest prudentia aliqua qua se chordae vibranti accommodet, cum determinatum sit ejus elastrum ac proinde et determinata vibrationum periodus, celeritas enim vibrationis non a quantitate pulsationis, sed constitutione pulsati pendet[,] ut supra monuimus. Hic ergo distinctius explicari meretur admirandae creatoris sapientiae specimen quo consensus sive isochronismus vibrationum chordae vel corporis sonantis et aeris obtinetur. Constat ex sectione Monochordi (cujus ratio vera

1f. fortior | praesenti vibratione reliquiis prioris *erg.* | praevaleat, | sintque ejus vibrationes semper aequabiles et aequidiuturnae *erg.* | L^1 fortior praesenti vibratione reliquiis prioris | vibrationis *erg.* *Lil* | praevaleat, sintque (1) ejus l (2) chordae *Lil* vibrationes semper aequabiles et aequidiuturnae l 3 accommodat, L^1 accommodat l 3 mox *erg.* L^1 3 consentiant; (1) aut (2) et L^1 consentiant, et l 4 mox | ob perturbationem *erg.* | destrueretur, (1) sed (2) verum L^1 mox ob perturbationem destrueretur. Verum l 5 continuatione et L^1 continuatione (1) et l (2) atque *Lil* 5 longius, L^1 longius l 5 fit, *fehlt* L^1 7f. impeditura; neque L^1 impeditura |, *erg.* *Lil* | neque l 8 (in a)ere L^1 8f. prudeua qua se chordae accommodet; L^1 prudentia aliqua (1) quae {divide} l (2) qua se chordae vibranti *Lil* accommodet, l 9 {elastrum ac pr)oinde e(t determ)inata L^1 10 periodus, (1) cuius (2) celeritas L^1 10 {non a quantitat)e L^1 11 pendet, L^1 pendet l 11 monuimus. [2 v°] (1) Sed (2) Hic | ergo *erg.* | distinctius | cognosci *versehentlich erhalten* | explicari meretur | editum *erg.* | admirandae L^1 monuimus. Hic | ergo *erg.* *Lil* | distinctius explicari meretur admirandae l 12f. quo (1) perturbatio evitatur, consensusque obt (2) consensus sive isochronismus vibrationum (a) aeris (b) chordae et aeris obtinetur. (aa) Sciendum enim est (bb) Constat L^1 quo consensus [...] vibrationum chordae | vel corporis sonantis et *erg.* *Lil* | aeris (1) obtinetur constat l (2) obtinetur. Constat *Lil* 13-S. 129.1 (cujus ratio (1) alias (2) vera alias redditur) *erg.* L^1 (cujus ratio vera alias (1) redditur) l (2) reddetur) *Lil*

11 supra: S. 119.12–121.4. 13–S. 129.2 Constat [...] celerius: Siehe etwa MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre III des mouvements, prop. 5 [6]; 8 [9] (Bd. I, S. A, 169; 174f.); livre III des instrumens, prop. 7–9 (Bd. II, S. D, 123–128).

alias reddetur) idem corpus sonorum quo est minus, eadem manente tensione, eo sonare acutius, id est vibrationes absolvere celerius; qua occasione notavi cum chorda fit nimis brevis sonum quoque fieri nimis acutum[,] qui degenerat in sonum quendam atonum quem clappantem dicere possis, ubi scilicet tonus non distinguitur; unde soni quoque hujus atoni [7 r°] natura illustratur. Certe sonus corporum percussorum sed apprehensorum similiter fit atonus, quia impeditis vibrationibus totius, impetus conceptus qui perire non potest, consumit sese in vibrationes exiguarum partium adeoque nimis brevium[,] quae vibrationes sunt nimis celeres, quam ut distingui possint[:] unde sonus Atonus. Hinc et corpora valde heterogenea[,] in quibus scilicet ad exiguae nimis partes vibratio reducta est, sonum quendam inconditum edunt[:] quae vero partes habent magis unitas et a sulphure fortasse quodam sive glutine tenaci aequabiliter diffuso connexas, aut quae alioqui homogenea sunt, sonant cum tono, ut aes, vitrum, ingens tabula ex alabastro rupe excisa. Addi possunt quae supra de tinnitu carbonum et sono ligni diximus, sed haec obiter. Jam vero redeundo ad figuram nostram consideremus nihil adhuc a nobis allatum esse, quo

5

1 sonorum , L^1 sonorum l 1 minus L^1 minus , l 2 acutius , id L^1 acutius | , erg. *Lil* | id l
 2 celerius : L^1 celerius ; l 2–13 qua occasione [...] nimis acutum, qui [...] quendam atonum, quem [...] non distinguitur (1) cujus natura (2) unde soni hujus atoni natura illustratur. (a) Unde (b) Hinc corpora (aa) partium valde heterogenearum (bb) valde heterogenea ubi (aaa) exiguae nimis fit tonus aequabilis, (bbb) ad exiguae [...] quendam inconditum (aaaa) editum (bbbb) edunt; quae vero partes habent [...] sulphure fortasse quodam tenaci aequabiliter diffuso aut alioqui | corpora *gestr.* | homogenea et pressa sonant cum tono, [...] ex Alabastro rupe exciso. Addi possunt [...] tinnitu carbonum diximus, sed haec obiter. erg. L^1 qua occasione [...] unde soni | quoque erg. *Lil* | hujus atoni [7 r°] natura illustratur. | (1) Et (2) Certe sonus (a) durorum (b) corporum percussorum sed (aa) molli (bb) apprehensorum similiter [...] sonus Atonus. erg. *Lil* | . Hinc | et erg. *Lil* | corpora valde heterogenea (1) ubi l (2) in quibus scilicet *Lil* ad exiguae [...] magis unitas | et a erg. *Lil* | sulphure fortasse quodam | sive glutine erg. *Lil* | tenaci aequabiliter diffuso (a) aut l (b) connexas, aut quae *Lil* alioqui homogenea (aa) et pressa sonant ingens tabula excisa. l (bb) sunt, sonant cum tono, ut (aaa) aeris (bbb) aes, vitrum, [...] rupe excisa. *Lil* Addi possunt [...] tinnitu carbonum | et sono ligni erg. *Lil* | diximus (aaaa) adhuc l (bbbb) , sed haec *Lil* obiter. l 14 nostram , L^1 nostram l

1 alias: Dass die Frequenz einer schwingenden Saite bei gleicher Spannung in umgekehrtem Verhältnis zu ihrer Länge steht, hatte Leibniz seit Dezember 1680 mehrfach festgestellt (siehe die Liste der Belegstellen in den Datierungsgründen der Notiz N. 11, S. 88.12–14.). Es ist kein Beweis dieses Gesetzes durch ihn nach 1685 bekannt. 2–4 cum [...] distinguitur: Siehe LEIBNIZ, Brief an Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682 (LSB III, 3 N. 11, S. 547.23–24). 13 supra: S. 116.3–15. 14 figuram: Siehe [Fig. 1b] auf S. 122.

determinetur, quantae debeant esse portiones aeris *AF, FG, GH* item *(B)C, CD* in quas, velut in totidem elastra, aerem chordae sonantis vibratione divelli diximus. Et quidem initio magnitudo portionum hujusmodi a quibusdam casibus ac circumstantiis valde variantibus pendere potest, non tantum prout corpus *AB* majus minusve est, sed et prout multas habet cavernas in quas aer penetrat[,] quibus velut totidem filis corpus aerem ambientem magis trahit (quanquam omnis tractionis ultimam causam esse pulsionem non negem[,]) est enim et in aere tenacitas quaedam et adhaesio;) accedit quod corpora heterogenea in diversis aeris portionibus diversimode reperiuntur[,] ergo pro magnitudine aeris puri existentis in partibus *AF, FG* vibrationes diversarum portionum erunt inter se et cum chorda inaequales. Verum inde oritur perturbatio[,] et impeditis ipso conflictu atque destructis vel in exiguum atque insensibile redactis et coercitis vibrationibus tum partium justo majorum (aut saltem partis [earum] excedentis) tum justo minorum quarum illae justo tardius, hae justo celerius vibrant, solae denique partium justae magnitudinis vibrationes servabuntur, et ceterae quoque in partes justae magnitudinis abibunt, nem-

1 aeris *erg. L¹* 1f. quas (1) aer velut totidem chordas (2) velut in totidem elastra aerem *L¹* quas | , *erg. Lil* | velut | in *erg. Lil* | totidem elastra, aerem l 2 sonantis *erg. L¹* 4 potest (1). Non (2); non tantum | enim *gestr.* | prout *L¹* potest | , *erg. Lil* | non tantum prout l 5 cavernas , *L¹* cavernas l 5 aer | ambiens *gestr.* | penetrat, *L¹* aer penetrat l 5f. filis (1) ambientem magis trahit (2) corpus aerem ambientem magis trahit *L¹* 6f. (quanquam omnis [...] pulsionem non ignorem[]): *erg. L¹* (quanquam omnis [...] pulsionem non negem | est enim [...] et adhaesio; *erg. Lil* |) l 7–9 quod (1) diversa (2) corpora heterogenea in (a) aere reperiuntur (b) diversis aeris portionibus diversimode reperiuntur. (aa) Itaque varie (bb) Ergo pro magnitudine (aaa) partium *AF, FG* aeris puri (bbb) aeris puri in partibus *AF, FG, L¹* quod corpora [...] aeris puri | existentis in *erg. Lil* | partibus *AF, FG* l 9–11 vibrationes (1) tardiores erunt et inter se diversas (2) diversarum portionum [...] chorda inaequales. (a) Verum (b) Verum inde orietur perturbatio (aa) et conflictus (bb) et impeditis ipso conflictu [1 r^o] atque destructis [...] coercitis vibrationibus *L¹* 11 tum *erg. L¹* 12–S. 131.2 majorum , aut saltem (1) excessus (2) partis eorum[!] excedentis; tum | et *erg.* | vibrationibus minorum justo propriis (a) cum vibr (b) extinctis (c) dum ipsae justae magnitudinis partes coalescunt (d) tantummodo partium justae magnitudinis vibrationes (aa) ponuntu (bb) servabuntur, et [...] justae magnitudinis (aaa) abibunt et coalescent ut motus earum quantum licebit servetur (bbb) dessilient majores, coalescent minores, ipsa [...] servare quaerentis. (aaaa) Et (dare) (bbbb) Praesertim *L¹* majorum | (*erg. Lil* | aut saltem partis | eorum ändert Hrsg. | excedentis |) *erg. Lil* | tum (1) vibrationibus l (2) justo *Lil* minorum (a) justo propriis tantummodo l (b) quarum illae (aa) sunt (bb) justo tardius, [...] celerius vibrant, (aaa) denique (bbb) solae denique *Lil* partium justae [...] justae magnitudinis | abibunt, nempe *erg. Lil* | dissilient majores, [...] quaerentis. Praesertim l

10–S. 131.11 atque destructis [...] igitur modo: In *L¹* nachträglich am Rand von Bl. 1 r^o verfasst.

pe dissilient majores, coalescent minores; ipsa necessitate naturae motum earum quoad licet servare quaerentis. Praesertim cum idem corpus liquidum continuum varias simul vibrationes habere possit: unam propriam adaequatam, alias communes cum aliis corporibus majoribus quorum pars esse intelligi potest, alias denique suarum partium ipsi toti inadaequatas, quae variae imo infinitae esse possunt pro variis velut plicis quae pro variis externorum impulsibus in eo factae intelligi possunt, itaque ad hoc ut justae vibrationes praevaleant justaeque magnitudinis partes intelligentur, non opus est novis divisionibus sive plicis (tametsi et ipsae fiant subinde) sed sufficit ex his vibrationibus quae jam factae sunt eas quae aptae sunt, et quibus perturbatio evitatur, irrefractas servari, caeteris magis coercitis[;] quae amplius illustrabuntur ex afferendo mox experimento de diversis 10 ejusdem chordae vibrationibus secundum diversas suas partes. Hoc igitur modo paulatim aer ita se componet ut evitetur haec perturbatio, et in partes sese mox accommodabit tantae magnitudinis quanta cum data aeris tensione naturali datum exhibeat tonum seu desideratam vibrandi periodum[,] ut scilicet vibrationes chordae et partium aeris fiant Isochronae ictusque habeant consentientes. Itaque etsi aer apud nos instar chordae ten- 15 sae suam habeat [7 v^o] certam naturalemque tensionem, a pondere aeris incumbentis quo comprimitur natam, tamen datum quemlibet tonum accipere potest, prout portio assu-

2 liquidum | continuum erg. | (1) simul (2) varias simul L^1 3 possit L^1 possit : l 3 adaequatam, erg. L^1 3f. aliis majoribus (1) cuius (2) quarum pars intelligi L^1 aliis | corporibus erg. *Lil* | majoribus (1) quarum l (2) quorum *Lil* pars | esse erg. *Lil* | intelligi l 5 plicis, L^1 plicis l 6 possunt ; itaque (1) ex his (2) ad hoc L^1 possunt , itaque ad hoc l 7f. praevaleant , (1) sufficit (2) justaeque magnitudinis [...] sive plicis (a) tametsi et ipsae fiant (b) tametsi et ipsae fiant subinde, sed sufficit ex his quae L^1 praevaleant justaeque [...] sive plicis | (erg. *Lil* | tametsi et ipsae fiant subinde |) erg. *Lil* | exprimit *gestr.* | sed sufficit ex his | vibrationibus erg. *Lil* | quae l 9f. evitatur, vibrationes magis irrefractas servare[!] caeterarum vibrationibus magis (1) destructis (2) coercitis quae (a) magis (b) amplius illustrabuntur, (aa) ex his quae mox (bb) ex mox dicendis (cc) ex afferendo mox L^1 evitatur, (1) vibrationes l (2) irrefractas servari, caeteris *Lil* magis coercitis [...] afferendo mox l 11 modo | paulatim aer ita se componet *versehentlich erhalten* | [2 v^o] paulatim (1) redibi (2) aer ita se componet L^1 12 sese (1) accommodabit tandem (2) mox accommodabit L^1 13 tantae magnitudinis L^1 tantae (1) multitudinis l (2) magnitudinis *Lil* 13 tonum , L^1 tonum l 14 desideratam erg. L^1 14 periodum (1) tanti (2) , quo vibrationes et chordae L^1 periodum (1) quo l (2) ut scilicet *Lil* vibrationes | et *gestr.* *Lil* | chordae l 14f. fiant Isochronae | ictusque habeant consentientes erg. | . L^1 fiant Isochronae (1) inclusus l (2) ictusque *Lil* habeant consentientes. l 15 apud nos erg. L^1 15f. tensae *fehlt* L^1 , erg. *Lil* 16f. certam | naturalemque erg. | tensionem, | a pondere [...] comprimitur natam erg. | tamen L^1 certam naturalemque [...] comprimitur natam | , erg. *Lil* | tamen l

10 mox: S. 134.17–135.9

mitur major et minor, quemadmodum et chorda acutius graviusque sonat prout major minorve fit, dum ponticulus huc illucve ducitur. Atque ita fecit natura ut quemlibet aer soni gradum accipere ac propagare posset, quod quomodo fieret, hactenus quod sciam explicatum non habebatur.

- 5 Hinc etiam explicari potest quod Academicci Florentini cum Gassendo egregie obser-
varunt[,] velocitatem soni propagati esse uniformem seu spatiis percursis proportionalem
seu si sonus uno subscripto temporis mille passus conficiat[,] duobus (tribus) etc. sub-
scriptulis duo (tria) etc. passuum millia confidere circiter solere atque ideo, quod parado-
xum videri possit[,] sonum aequa velocem esse in fine itineris ac in initio licet factus sit
10 debilior[,] quemadmodum et viri clarissimi Heigelius et Schelhammerus, me hunc monen-
te, Helmaestadii observarunt. Nam vibrationes sive debiles sive fortes, sunt isochronae; et
vibrationes unius particulae aeris, sunt simul percussionses particulae sequentis; percussio-

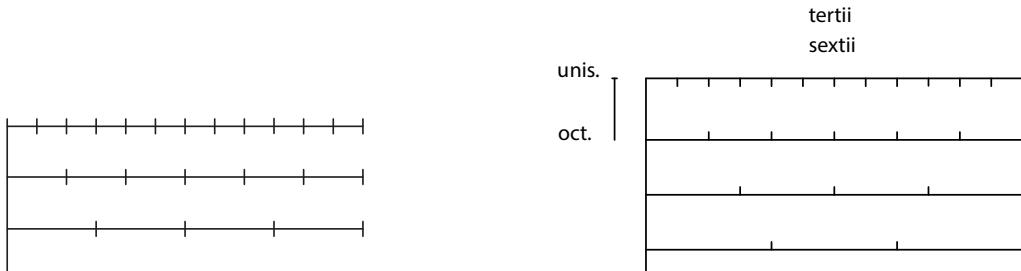
1 sonat , L^1 sonat l 1f. major minorve fit dum erg. L^1 major minorve fit | , dum erg. *Lil* | l
 2f. quemlibet (1) corporum tonum (2) aer soni gradum L^1 3 posset . Quod L^1 posset , quod l
 4 explicatum | satis *gestr.* | non L^1 5 potest , L^1 potest l 5 cum Gassendo *fehlt* L^1 , erg. *Lil*
 5–7 observarunt , (1) celeritatem (2) velocitatem soni | propagati erg. | esse uniformem | seu erg. |
 spatiis percursis proportionalem, seu, L^1 observarunt velocitatem [...] proportionalem seu l 7 uno
 (1) scrupulo te (2) subscripto temporis L^1 7 conficiat , L^1 conficiat l 8–11 solere | et quod
 paradoxum videri posset, [...] sit debilior erg. | . Nam (1) ut (2) vibrationes | sive debiles sive fortes erg. |
 sunt isochronae, L^1 solere (1) et l (2) atque ideo, *Lil* quod paradoxum [...] sit debilior | quemadmodum et
 [...] Helmaestadii observarunt erg. *Lil* | . Nam vibrationes [...] sunt isochronae; l 12 unius particulae
 aeris erg. L^1 unius particulae aeris, l 12–S. 133.2 percussionses (1) sequentium (2) sequentis aeris
 (a) portionum (b) portionis (aa) , ergo (bb) et percussionses sunt isochronae, ergo (cc) et (3) particulae
 sequentis percussio autem haec (a) est (b) et soni propagatio | idem erg. | sunt; ergo [...] et proinde
 (aa) ad (bb) si (aaa) unum tempusc (bbb) uno tempusculo | aer erg. | L^1 percussionses particulae [...]
 tempusculo aer l

1f. quemadmodum [...] dicitur: Anspielung auf die Verwendung des Monochordes zur Intervallmessung.
 5 Academicci Florentini: Über die Versuche der Accademia del Cimento zur Schallgeschwindigkeit be-
 richtet L. MAGALOTTI, *Saggi*, Florenz 1666, S. 242f. 5 cum Gassendo: Siehe *Physica*, sectio I,
 lib. VI, cap. 10 (*GOO* I, S. 417b–418a). 6 seu [...] proportionalem: Wie Leibniz selbst im Folgen-
 den klarstellt, meint er mit dieser Formulierung nicht, dass die Schallgeschwindigkeit sich im Verhältnis
 zum Abstand von der Schallquelle ändere. 10f. quemadmodum [...] observarunt: Über den Helm-
 stedter Versuch berichtet G. C. SCHELHAMMER, *De auditu*, Leiden 1684, S. 126–128. Leibniz hat das
 Referat exzerpiert (N. 124, S. 149.15–150.4). 10f. me hunc monente: Wohl Anspielung auf LEIBNIZ,
 Brief an Schelhammer vom Februar/März 1681 (*LSB* III, 3 N. 182, S. 359.14–360.1).

autem haec, et soni propagatio, idem sunt; ergo et soni propagationes sunt isochronae, et proinde si uno tempusculo aer *AF* accipiat vibrationem, proximo aequali tempusculo accipiet eam proximus aer *FG*, et tertio tempusculo aer *GH*, ergo insumentur tot tempuscula quot aeris portiunculae, posito autem aeris portiunculas esse inter se magnitudine sive spatio circiter aequales (quoniam aer ipse aequalis fere tensionis apud nos est et ideo ad easdem vibrationum periodos, eadem magnitudo requiritur) sequitur spatia quoque cum portionibus aeris aequaliter crescere ac proinde spatia temporibus propagationum soni proportionalia esse. Fallere tamen hoc debet nonnihil cum sonus ascendit multum aut descendit, vel inter loca calore et frigore, aut etiam heterogeneis in aere contentis valde diversa, commeat.

5

10

[Fig. 3a, gestr.; *Lil* (Bl. 7 v°)][Fig. 3b; L^2 (Bl. 25 v°)]2 In L^1 am Rand, gestr.: aer5 In L^1 am Rand, gestr.: seu spatio

2f. proximo (1) accipiet (2) aequali (a) aeri (b) tempusculo accipiet L^1 3 proximus erg. L^1
 4f. quot aeris portiunculae, (1) sunt autem aeris po (2) posito autem [...] se magnitudine | seu spatio erg. | circiter aequales, L^1 quot aeris (1) partiunculae *l* (2) portiunculae *Lil* posito autem aeris (a) partiunculas *l* (b) portiunculas *Lil* esse inter | se erg. *Lil* | magnitudine (aa) et *l* (bb) sive *Lil* spatio circiter aequales *l* 6 ad (1) isochronum sonum et (2) easdem (a) vibrationes (b) vibrationum periodos, L^1 6–8 quoque (1) esse (2) cum portionibus aeris aequaliter crescere, [...] proportionalia esse. L^1 quoque cum [...] proportionalia esse. *l* 8 debet | nonnihil erg. | , cum L^1 debet nonnihil cum *l* 9 descendit L^1 descendit, *l* 9 frigore, (1) vel (2) aut etiam L^1 frigore, | (1) vel (2) aut erg. *Lil* | etiam *l*

[Fig. 3a] und [Fig. 3b]: Ein weiterer gestrichener Entwurf (*Lil*) findet sich auf Bl. 7 v°. Diese Diagramme sind vor dem Hintergrund der Koinzidenztheorie zu deuten; vgl. S. 134.14–17; N. 121, S. 97.1–5.

His ita positis vibratio aeris perveniens ad portionem aeris aliud corpus tensum attingentem, exempli causa chordam novam a prima chorda sonante non nimis remotam, infligit illi ictum aliquem[,] unde vibrationes; sed si illae non consentiant vibrationibus aeris aut chordae prioris tunc nova chorda vibrationem in se tota satis sensibilem non accipit, novae enim vibrationes [in ea] nascentes mox contrariis aeris vibrationibus a quibus ortae sunt, rursus suffocantur, sed si chorda nova priori sit unisona, seu vibrationes habeat isochronas [tunc eae] sequentibus aeris vibrationibus a chorda priore venientibus[,] non tantum non destruuntur sed et potius augentur, novis semper ictibus inter se conspirantibus sive eodem tendentibus, inflictis; unde tandem sensibilis satis vibratio imo sonus chordae novae priori unisonae nasci solet, ut pila in planicie decurrentis repetitis ictibus eorum quos currendo praeterit magnam satis celeritatem acquirit. Et tale quid, licet ob non satis cognitam potentiae Elasticae naturam, obscure et per nebulam vidi olim Fracastorius, cuius locum mihi indicavit et postea eleganti atque eruditio libro de organo auditus inseruit Cl. Schelhammerus. Tria tamen adhuc notanda. Primo quod de unisono diximus aliquo modo porrigi ad intervalla $\langle co \rangle$ ncinniora, ut octavae, duplicitis octavae et quintae, in quibus non quidem omnes tamen $\langle a \rangle$ lterni aut tertii quique ictus conveniunt. Secundo, etiam chordam non unisonam ex toto, tamen intelligi posse uni-

1 positis (1) aer incidens in aliud (2) vibratio aeris perveniens ad portionem | aeris erg. | aliud L^1 2f. a (1) sonoro corpore distantem (2) prima chorda [...] nimis remotam, (a) imprimit illi quoque vibra (b) infligit illi ictum aliquem (aa) et inde (bb) unde (aaa) tremor. Sed i (bbb) vibrationes, sed si illae | non erg. | consentiant L^1 a prima [...] non consentiant l 4 prioris, L^1 prioris l 4f. chorda (1) mox conquiescit (2) vibrationem in [...] non accipit; L^1 chorda vibrationem [...] non accipit, l 5 in ea erg. L^1 , fehlt l , erg. Hrsg. 5f. mox (1) in (2) a contrariis aeris vibrationibus (a) iterum (b) a quibus (aa) natae (bb) ortae sunt, rursus suffocantur. Sed L^1 mox contrariis aeris [...] rursus suffocantur, sed l 7 tunc | eae erg. | L^1 , fehlt l , erg. Hrsg. 8 et erg. L^1 8f. ictibus (1) inflictibus[!] (2) inter se [...] tendentibus, inflictis; L^1 10–17 nasci (1) potest (2) solet | ut pila [...] celeritatem acquirit erg. | . Ubi tamen duo notanda sunt, | primum erg. | etiam L^1 nasci solet, ut [...] celeritatem acquirit. (1) Ubi tamen duo notanda sunt, primum l (2) Et tale [...] Cl. Schelhammerus. (a) Ita tamen notandum (b) Tria tamen [...] duplicitis octavae (aa) et (bb), (cc) et quintae | et (quartae) gestr. | , (aaa) quia (bbb) in quibus [...] aut tertii (aaaa) aut sexti aut duodecimi (bbbb) quique ictus conveniunt. Secundo, *Lil* etiam l

12f. obscure [...] Fracastorius: Siehe G. FRACASTORO, *De sympathia*, cap. 4 (Venedig 1546, S. 3 r°/v°; *Opera I*, Lyon 1591, S. 9f.). 13 indicavit: Siehe SCHELHAMMER, Brief an Leibniz vom 13. (23.) April 1681 (*LSB III*, 3 N. 206, S. 398.3–5). 13f. libro [...] inseruit: Siehe SCHELHAMMER, *De auditu*, S. 125 f. Leibniz hat die Passage exzerpiert (N. 124, S. 149.6–13). 14–17 quod [...] conveniunt: Den hier ausgeführten Grundgedanken der Koinzidenztheorie kannte Leibniz etwa aus GALILEI, *Discorsi*, S. 103–107 (*GO VIII*, S. 146.20–150.14).

sonam pro parte; unde observatum audio a viris ingeniosis chordam *TZ* duplo [8 r^o] longiorem altera *RS* sed alias aequa tensam crassamque, non totam quidem attamen duabus suis medietatibus *TV*, *VZ* singulatim, priori *RS* nonnihil (quod pennulis in locis *X*, *X* adhaerentibus apparuit [praesertim si chorda *RS* plectro moderate pulsetur]) contremuisse, nam revera singulae partes *TV*, *VZ* ipsi *RS* sunt unisonae, et putem determinari quoque posse, quid in aliis chordarum duarum proportionibus sit futurum[;]⁵ quae res iterum nostram explicationem egregie illustrat, nam ut hic in chorda percipimus, ita in aere colligimus, partes sponte naturae assignari tales, ut vibrationum isochronismus servetur. Quibus consentiunt egregie, quae habet Chalesius in *Musica*, ad explicandos Tubae et fistularum saltus a Mersenno propositos[;]¹⁰ dum enim vehementius inspiratur [tubae], cogitur aer ad celeriorem motum, cumque in tota tuba vibratio sit per modum unius chordae, chorda autem tantae longitudinis tantum motum facile praestare non possit, dividitur tota haec quasi chorda per medium et bifariam, ut ita dividatur in partes consonas (ne vibrationes se mutuo perturbent). *Atque hoc se quoque expertum refert Galilaeus*,¹⁵ cum enim laminam aeream aut ferream aliquando ita tereret, ut ejus etiam vibrationes animadverteret, quotiescumque motus ejus erat concitior, non tota lamina per modum

1 parte , *L¹* parte ; *l* 1 unde (1) notatum est (2) observatum audio a viris (a) diligentibus (b) ingeniosis *L¹* 1 chordam (1) *CE* (2) *TZ L¹* 2 altera | (1) *AB* (2) *RS erg.* | sed *L¹* 2–5 crassamque (1) in duas partes fuisse divisam ut (2) non totam quidem attamen duabus | suis *erg.* | medietatibus (a) *CD* | et *erg.* | *DE* (b) *TV*, *VZ* | singulatim *erg.* | priori (aa) *AB* (bb) *RS* nonnihil (quod (aaa) plumae adhaerentes (bbb) plumis adhaerentibus | in *P*, *P erg.* | apparuit (ccc) pennulis in [...] adhaerentibus apparuit | praesertim si chorda *AB* plectro moderate pulsetur *erg.* |) contremuisse, *L¹* crassamque , non [...] medietatibus *TV*, *VZ* | et *gestr. Lil* | singulatim, priori *RS* [...] adhaerentibus apparuit | praesertim si chorda *AB* plectro moderate pulsetur *erg.* Hrsg. nach *L¹*, ändert Hrsg. |) contremuisse, *l* 5 singulae (1) partes (2) partes (a) *CD*, *DE* (b) *TV*, *VZ* ipsi (aa) *AB* (bb) *RS L¹* 5 unisonae ; *L¹* unisonae , *l* 7 iterum (1) nostrum (2) nostram *L¹* 8 collegimus *L¹* colligimus , *l* 8 partes (1) assignari (2) sponte naturae assignari *L¹* 8 tales *L¹* tales , *l* 9–S. 137.4 Quibus consentiunt [...] in (V.) fehlt *L¹*, *erg. Lil* 10 tuba, *Lil ändert Hrsg.*

1 observatum [...] ingeniosis: Vermutlich Anspielung auf J. WALLIS, „Letter concerning a new Musical Discovery“, *PT* XII, Nr. 134 (1677), S. 839–842. Andeutungen auf das Phänomen der Obertöne finden sich auch in R. DESCARTES, Brief an M. Mersenne vom 22. Juli 1633 (*DL* II, S. 348f.; *DO* I, S. 267.7–268.6). 1–5 chordam *TZ* [...] ipsi *RS*: Siehe [*Fig. 4d*], S. 138. In *L¹* beziehen sich die gestrichenen Varianten auf das ebenso gestrichene Diagramm [*Fig. 4a*], S. 138. 6–9 quae [...] servetur: In *L¹* auf Bl. 1 r^o verfasst. 9–S. 137.4 Quibus [...] in (V): Der in *L¹* fehlende Textabschnitt ist in *l* am Rand von Bl. 8 r^o ergänzt (*Lil*). 9 quae [...] *Musica*: Siehe DECHALES, *Cursus*, tract. XXII, prop. 16 (Bd. III, S. 24a–b). 9f. *Tubae* [...] propositos: Siehe MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre V des instrumens, prop. 12 (Bd. II, S. D 249–251). 14–S. 136.3 *Atque [...] octavam*: DECHALES, *Cursus*, tract. XXII, prop. 16 (Bd. III, S. 25a). Vgl. GALILEI, *Discorsi*, S. 98–102 (*GO* VIII, S. 141–145).

unius vibrabatur, sed dividebatur vibratio in duas, et tonus ascendebat per octavam. Ita dum scyphi aqua pleni labra digito teruntur si vehementior sit motus ascendit sonus ad octavam. Hinc etiam ut obiter dicam, veram, ni fallor, rationem inveni, cur is qui vitrum soni vehementia rumpere conatur ascendat ad octavam ejus soni quem in vitro pulsatione explorato comperit[,] nam ita et vibrationes fient tanto velociores, et cum totum vitrum, nec consentienter vibretur, nec tam vehementem agitationem facile recipiat, potius dividetur bifariam, nam quaelibet pars facilius agitatur, et (cum dimidium ad octavam ascendat respectu totius) eo ipso cum eo qui sonum edit, perfecte consonat, non minus quam una pars alteri; vibrationesque non sese mutuo confundunt, sed juvant, atque magis magisque intendunt. Cum vero sonus et valde sit vehemens, et satis diu continuatus, (quae duo ad rumpenda sono vitra requiruntur) continuatis semper novis impulsibus, motum continuo acceleratum tantumque denique impetum concipiunt partes duae vitri separatim (licet consentienter) vibrantes, ut tandem vis vibrandi et conatus excurrendi, major fiat vitri firmitate; quo facto ruptura sequetur. Si enim vitrum concipiamus per modum lineae seu chordae TZ, divisum in duas partes TV, [VZ], separatim vibrantes, in TPV, VQZ eodem tempore; et rursus eodem tempore transferendas in TNV, VOZ[,] patet punctum V quod eas connectit, atque earum libertatem coercet, magnam vim sentire debere inter tot flexuum commutationes, et conceptos a reliquis partibus longius excurrere conantibus impetus quibus ipsum, solum immotum manens, resistit. Unde firmitas ejus, vi vibrationum atque celerrimorum excursuum nimis aucta et distrahente, tandem superabitur. Idem est si utrum non ex statu TPVQZ in statum TNVOZ, sed ex statu TPVOZ in statum TNVQZ transferatur. Sed multo adhuc magis

3 *octavam.* (1) Haec (a) Ca (b) Chalesius (2) Hinc *Lil* 3f. qui (1) soni (2) vitrum soni *Lil* 5–7 comperit (1) cum enim (2) nam ita et vibrationes (a) fiunt (b) fient tanto [...] totum vitrum, (aa) licet sono quem is edit consonum, tam vehementem agitationem non (bb) nec consentienter [...] recipiat, potius (aaa) dividitur (bbb) dividetur bifariam, (aaaa) ut quaelibet pars si (bbbb) nam quaelibet pars *Lil* 11f. continuatus, (1) continuatis semper novis impulsibus motum continue acceleratum (2) (quae duo [...] continuo acceleratum *Lil* 13 ut (1) denique (2) tandem *Lil* 13f. vibrandi (1) major fiat vitri fi (2) et conatus [...] vitri firmitate; *Lil* 14f. sequetur. (1) Si enim vitrum concipiamus per modum lineae TZ (2) Si enim [...] chordae TZ, *Lil* 15 XZ *Lil* ändert Hrsg. 17 VOZ | ubi gestr. | patet *Lil* 19 impetus (1) talibus (2) quibus *Lil* 20 vi (1) nimis (2) vibrationum atque celerrimorum excursuum nimis *Lil* 21–S. 137.3 superabitur (1) quemadmodum et baculus saepe in diversa flexus, tandem in medio ita ruet (2) . Idem (3) . Idem est (4) . Idem est [...] ita (ut) (a) TZ (b) TVZ translatum [...] modo flexi) *Lil*

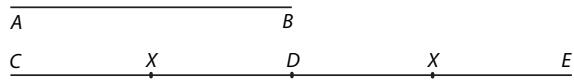
3 rationem inveni: Siehe aber bereits WALLIS, „Letter concerning a new Musical Discovery“, S. 842.
4 ascendat ad octavam: Siehe MORHOF, *De scypho vitreo*, S. 16f.

locum habebit si pun(cta) T , Z a connexione duarum partium vitri maxime remota, non immota sed libere vibrantia, ut revera sunt, concipiamus, ita (ut) TVZ translatum in WVY redeat in $3V4$, ita enim facile (ad baculi instar hoc modo flexi) frangetur vitrum in (V.) Tertium quod hic notandum videbatur, hoc erat quod chorda chordam unisonam melius imitatur si in eadem sint tabula, lignum enim velut corpus solidius sonum fortius propagat, et hanc in rem notari potest experimentum in diario eruditorum Gallico aliquando relatum de duobus horologiis ab eodem ligneo sustentaculo suspensis[,] quorum vibrationes perfecte congruebant aut ex composito turbatae ad concordiam redibant[;]
quod sola aeris connexio non effecisset[,] cessavit enim consensus, ubi a communi sustentaculo sunt amota: patet autem ex his quomodo chorda quaelibet ipsumque adeo lignum pro diversis suis partibus cuilibet alteri corpori unisonum intelligi possit, unum tamen corpus alio aptius et aptissime omnium aer et organon auditus in hoc a natura destinata.

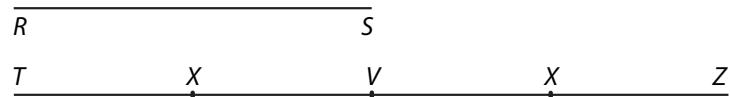
His jam explicatis facilius intelligetur quomodo organon auditus sit cuilibet corpori sonoro unisonum. Et sane possumus enumerare omnes modos possibles quibus id consequi licet. Est autem unum corpus diversis aliis (inter se non unisonis) unisonum vel

3f. in (V.) fehlt Alterum L^1 in (V.) *Lil* (1) Alterum l (2) Tertium *Lil* 4f. notandum , hoc erat, quod (1) duae chordae unisonae (2) chorda chordam unisonam (a) facilius (b) clarius (c) expressius imitatur, (aa) si interventu ligni quam aeris vel alterius corporis solidioris (bb) si in [...] enim, velut corpus solidius, L^1 notandum | videbatur erg. *Lil* | , hoc erat [...] chordam unisonam | melius erg. *Lil* | imitatur si [...] corpus solidius l 6 propagat . Et hanc L^1 propagat , | quod utile est ad explicandum effectum tubae stentoreae de quo alias erg. u. gestr. *Lil* | et hanc l 6 experimentum in diario L^1 experimentum | in erg. *Lil* | diario l 7 relatum , L^1 relatum l 7 ab (1) eadem (2) eodem (a) ligno suspensis (b) ligneo sustentaculo suspensis, L^1 ab eodem ligneo sustentaculo suspensis l 8 congruebant (1) vel (2) aut L^1 8f. redibant ; (1) donec c (2) quod L^1 redibant quod l 9f. effecisset . Patet L^1 effecisset | cessavit enim [...] sunt amota: erg. *Lil* | patet l 10 lignum , L^1 lignum l 11f. possit . | Unum tamen alio aptius, et [...] natura destinata. erg. | L^1 possit , unum tamen | corpus erg. *Lil* | alio aptius [...] natura destinata. l 13 intelligetur , quomodo Organon L^1 intelligetur quomodo organon l 14f. unisonum (1) potest (2) . Enumeramus ergo (3) . Et sane [...] omnes modos | possibles erg. | quibus id (a) fieri possit (b) consequi licet. L^1

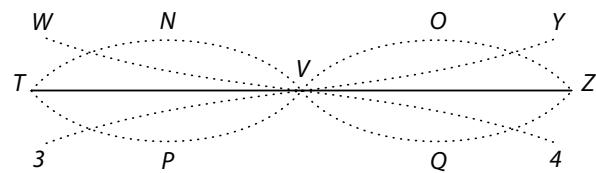
1–4 pun(cta) [...] in (V.): Die in l befindlichen Textverluste sind unter Berücksichtigung von E, S. 25 ergänzt. 6 propagat, et hanc: Siehe über die im gestr. Text erwähnte *tuba stentorea* die Aufzeichnung N. 2. 6–10 experimentum [...] amota: Anspielung auf einen im JS, 16. u. 23. März 1665 (Pariser Ausgabe: S. 148–150; 161) anonym veröffentlichten Bericht über das Phänomen der „Sympathie“ unter Uhrwerken, dessen Verfasser eigentlich Christiaan Huygens ist; vgl. HO V, Nr. 1335, S. 243 f.



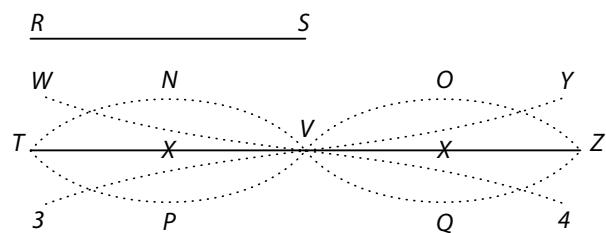
[Fig. 4a, gestr.; L¹ (Bl. 2 v^o)]



[Fig. 4b; L¹ (Bl. 2 v^o)]



[Fig. 4c; L² (Bl. 25 r^o)]



[Fig. 4d; Lil (Bl. 8 r^o)]

actu vel potentia, actu secundum diversas suas partes easque rursus vel discretas vel continuas. Discretae sunt in lyra, quae potest diversis aliis chordis esse consona, secundum diversas suas chordas. Aliquando continuae sunt partes; ita paulo ante ostendimus aerem, imo et chordam proxime propositam sponte quadam in partes abire magnitudinis tantae, ut cum data tensione sua fiant dato corpori unisonae, ita in chorda *TZ* ipso [consonandi] opere partes assignantur *TV*, *VZ*, singulae, ipsi *RS* unisonae. Potentia denique consonum intelligi potest unum aliis diversis, si scilicet prout opus est plus minusve tendatur aut laxetur. Naturam autem cuius inimitabilis est sagacitas, arbitror omnes modos possibles in organo auditus conjunxisse. Nam et cavitates aere implevit et membranam tetendit[,] quam tympani vocant, et trans tympanum (in ossis petrosi labyrintho) variae magnitudi- 10

5

1 potentia ; actu (1) si constet partibus (2) secundum diversas (a) partes (b) suas partes L^1 potentia , actu [...] suas partes *l* 2 lyra L^1 lyra , *l* 2 diversis | alterius erg. | chordis L^1 diversis | aliis erg. *Lil* | chordis *l* 3 chordas | quae in illa sunt tensae gestr. | . (1) Continuas, (2) Aliquando continuae sunt partes, L^1 chordas . Aliquando continuae sunt partes; *l* 3f. aerem (1) sese in (2) in partes (3) , imo et chordam (a) sese in partes (b) novissime (c) proxime propositam [...] in partes L^1 5 tensione (1) fiant alteri (2) sua fiant dato corpori L^1 5 ita | in erg. | chorda (1) *CE* (2) *TZ* L^1 5 consonandi L^1 sonandi *l ändert Hrsg. nach L¹* 6 assignantur (1) *CD*, *DE* (2) *TV*, *VZ* singulae ipsi (a) *AB* (b) *RS* unisonae. L^1 assignantur (1) *TV*. *VZ l* (2) *TV*, *VZ*, *Lil* singulae, ipsi *RS* unisonae. *l* 6f. Potentia | denique erg. | consonum (1) fieri (2) intelligi potest (a) corpo (b) unum aliis diversis, L^1 7f. aut laxetur erg. L^1 8 arbitror , (1) omnia (2) omnes L^1 arbitror omnes *l* 9–S. 140.3 conjunxisse. (1) Primum enim cavitates (a) aere (b) multiplices aere implentur, (aa) deinde (bb) qui vibrationes externas non accipit tantum, sed et praesertim in angusto diutius. (2) Nam et cavitates aere implevit, et membranam tetendit, quam tympanum vocant, et trans tympanum (a) in cochlea (b) in osse petroso, in primis ubi | et erg. | cochlea est, variae magnitudinis ossicula conjunxit, (aa) alia aliis (bb) tonis exprimendis apta (cc) majora (dd) minora (aaa) acutioribus (bbb) celerioribus seu acutioribus, majora gravioribus tonis (aaaa) exprimendis (bbbb) seu vibrationibus exprimendis apta. Cum igitur [...] in cavitatem | auris erg. | , primum ab aere (aaaaa) inclusio (bbbb) immisso exprimitur modo dicto; L^1 conjunxisse. Nam [...] membranam tetendit; quam (1) tympanum *l* (2) tympani *Lil* vocant, et trans tympanum | (erg. *Lil* | in (a) osse petroso imprimis, ubi cochlea est, *l* (b) ossis petrosi labyrintho) *Lil* variae magnitudinis (aa) oscula *l* (bb) ossula (cc) partes *Lil* conjunxit; (aaa) majora *l* (bbb) minora (ccc) minores *Lil* celerioribus seu acutioribus, (aaaa) majora *l* (bbbb) majores *Lil* gravioribus sonis seu vibrationibus exprimendis (aaaaa) apta. *l* (bbbb) aptas. *Lil* Cum igitur [...] in cavitatem (aaaaa-a) aeris, *l* (bbbb-b) auris, *Lil* primum ab aere | immissio erg. *Hrsg. nach L¹* | exprimitur modo dicto, *l*

3 paulo ante: S. 134.1–135.9. 5f. chorda *TZ* [...] *RS* unisonae: In L^1 beziehen sich die gestrichenen Varianten auf das ebenfalls gestrichene Diagramm [Fig. 4a], S. 138. 9 Nam et cavitates: Die hier beginnende Darlegung der Anatomie des Ohres geht zum Teil auf Mariottes Ausführungen in Briefen an Leibniz vom Jahr 1681 zurück (*LSB III*, 3 N. 193, S. 375; N. 262, S. 464; N. 297, S. 518f.). In dem von Leibniz neu verfassten Schlussteil (S. 142.4–145.7) wird die Beschreibung unter Berücksichtigung von N. 125 (Auszüge aus Duverneys Abhandlung über das Gehörorgan) erweitert.

nis partes conjunxit[:] minores celerioribus seu acutioribus, majores gravioribus sonis seu vibrationibus exprimendis aptas. Cum igitur sonus incidit in cavitatem auris, primum ab aere [immisso] exprimitur modo dicto, deinde tympanum pulsatum tenditur [8 v^o] ut oportet, et accommodat sese ut ejus vibrationes fiant vibrationibus aeris impingentis 5 isochronae, eo naturae consilio quo et humores et partes oculi foramenque pupillae a musculis ita formari possunt prout objectorum distantia aut lux exigit. Propagatur simul eadem vibratio tum in aerem trans membranam tympani, tum in ossicula multiplicia

10 [Nachfolgend kleingedruckten Textabschnitt, mit dem die Reinschrift l endet, hat Leibniz zunächst überarbeitet, dann gestrichen und durch neue Fassungen (S. 141.8–17; 142.4–145.7) ersetzt (Lil):]

15 ubi omnes particulae quae debitae sunt magnitudinis (coeunt enim quasi ex ampio in arctum instar tubarum atque ita varios gradus exhibent) easdem accipiunt vibrationes quae tum mutuo suas vibrationes juvant et conservant tum etiam fortasse ita propagant sonumque quodammodo reflectunt, et in unum dirigunt, ut omnium conspirante nisu ultimum sensorium (sive id sit nervus acusticus sive alius quidam plexus) iisdem vibrationibus satis notabiliter afficiatur, atque ita denique impressio eadem ad cerebrum ipsum traducatur.

20 [Nachfolgend kleingedruckter Textabschnitt, den Leibniz quer am Rand von Bl. 2 v^o als ursprünglichen Schluss des Konzeptes L¹ verfasst hatte, wurde nicht in die Reinschrift l abgeschrieben:]

Quicquid enim moliamur[,] huc tandem veniendum est, ut tum omnes vibrationes partium organi sono percussarum fiant quoad licet isochronae vibrationibus rei sonantis, tum, ut omnes denique vibrationes

3f. tympanum (1) aliaeque membranulae ita (a) se (b) tenduntur (2) pulsatum | tenditur ut oportet et erg. | accommodat sese L¹ tympanum pulsatum tenditur [8 v^o] ut oportet, | et accommodat erg. Lil | sese l 5 isochronae, | quod fit gestr. | eo L¹ 5 consilio , L¹ consilio l 5 et partes erg. L¹ 5 foramenque pupillae fehlt L¹, erg. Lil 6 possunt , L¹ possunt l 7 vibratio in aerem trans {tympanum} (1) in (2) ad ossa multiplicia L¹ vibratio (1) in aere trans tympanum in ossa l (2) tum in [...] in ossicula Lil multiplicia l 11 {ub}i (1) omnia illa ossicula (2) omnes illae particulae L¹ ubi omnes particulae l 11f. (coeunt enim quasi (1) in arctum (2) ex ampio in arctum atque ita varios gradus exhibent) erg. L¹ (coeunt enim [...] in arctum | instar tubarum erg. Lil | atque ita varios gradus exhibent) l 12 vibra{tions} quae tum aeris inclusi L¹ vibrations quae tum (1) aeris inclusi l (2) mutuo suas Lil 13 {sonumque quodammodo reflectunt} L¹ 13f. unum (1) cogunt (2) dirigunt, {ut} L¹ 14 conspi{rante n}isu L¹ 14 sensorium sive L¹ sensorium | (erg. Lil | sive l 14 acusticus sive | potius gestr. | alius L¹ 15 plexus | aut membrana gestr. | iisdem L¹ plexus |) erg. Lil | iisdem l 15 notabiliter fehlt L¹, erg. Lil 21 quoad licet erg. L¹

3–6 deinde [...] exigit: Siehe zu dieser Auffassung der Funktion des Trommelfells etwa FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 52 (Bd. II, S. 152b–153a). Eine ähnliche Betrachtung findet sich auch in ROHAULT, *Traité de physique*, partie I, chap. 26, § 48 (Bd. I, S. 290).

quantum satis est ad ultimum illud in quo sensus fit quem communem vocant[,] convergant et vim propagent, quod solidumne an fluidum sit nondum hic definiemus. Harum meditationum compendium cum observationibus quoque nuperis quas praeclaros quosdam Academiae illae Regiae viros publicare accepi[,] egregie consentire intellexi.

[Nachfolgend kleingedruckten Textabschnitt hat Leibniz am Rand von Bl. 8 v^o als erste 5 Ersetzung für den gestrichenen Schlussteil der Reinschrift l (S. 140.11–16) verfasst und dann gestrichen (Lil):]

nempe a membrana tympani in malleum annexum[,] ab hoc in incudem, inde in stapedem qui foramen ovale in os petrosum tendens base sua exacte claudit ope membranae annatae, et tum interioribus partibus ossis petrosi, huic foramini propinquis, nempe canalibus in semicirculum flexis, tum aeri iis 10 inclusu [communicatur]. Et rursus ab aere trans membranam tympani ad membranae hujus imitationem vibrante, vibratio propagatur tum in dicta ossicula, tum praeterea in membranam (membranae tympani similem) foramini rotundo in osse petroso obtensam, per quam aer trans hanc membranam in ossis petrosi cavitate seu cochlea (parte labyrinthi) inclusus pariter ac ipse cochleae canalis ad vibrandum incitatur. Et vero lamina quaedam spiralis cochleam in duas quasi scalas duplicitis ascensus inter se non 15 communicantes dividit, quarum una est super alteram, et superior communicat cum aere intra canales semicirculares ossis petrosi [*Text bricht ab.*]

1f. et (1) propagentur (2) vim propagent, *L¹* 2–4 definiemus. (1) Ex his meditationibus excerpta (2) Harum meditationum compendium (a) intellexi (b) cum observationibus quoque nuperis (aa) Lutetiae Parisiorum sumtis, ratio (bb) ibi sumtis ac superstructis sententiis (cc) quas praeclaros | quosdam erg. | Academiae illae [...] publicare accepi (aaa) quemadmodum a Cl. Mariotto, cuius pariter et (aaaa) Duvernaei (aaaaa) {–ac–} (bbbb) cogitata (aaaaa-a) in (bbbb-b) cum (bbbb) diligentissimi Duvernaei egregia (cccc) accurata Duvernaei descriptione auris | primum erg. | habebamus, (bbb) egregie consentire intellexi. *L¹* 8 a (1) tympano (2) membrana tympani *Lil* 10 canalibus (1) semicirculum flexis (2) in semicirculum flexis, *Lil* 11 communicat *Lil ändert Hrsg.* 11 hujus erg. *Lil* 13 similem (1) foraminis rotundi, qua et (2) foramini rotundo [...] per quam *Lil* 14 seu (1) labyrintho (2) cochlea (parte labyrinthi) *Lil* 16 et (1) superior quidem commu (2) superior communicat *Lil*

1 communem vocant: Siehe etwa ARISTOTELES, *De anima* III 1, 425a27. 2 Harum meditationum: Als Leibniz am 28. April 1682 an C. Pfautz mitteilte, *quaedam Meditationes* über die Akustik in den AE veröffentlichen zu wollen (*LSB* III, 3 N. 345, S. 596.20–597.1), bezog er sich wohl auf *L¹*. Leibniz hat den Aufsatz nie veröffentlicht. 2 compendium: In *L¹* findet sich an dieser Stelle ein Einfügungszeichen, das sich nicht zuordnen lässt. 3f. praeclaros [...] accepi: Vermutlich Anspielung auf Vorträge über die Anatomie und Physiologie des Gehörorganes, die Mariotte und Duverney 1681 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften hielten. Siehe E. MARIOTTE, Briefe an G. W. Leibniz vom März/April und vom 8. August 1681 (*LSB* III, 3 N. 193, S. 375; N. 262, S. 464). Ein Kurzbericht über Duverneys Forschungsergebnisse wurde auch in *JS*, 23. Juni 1681 (Pariser Ausgabe: S. 214–216) veröffentlicht. 4 egregie consentire intellexi: Siehe E. MARIOTTE, Brief an G. W. Leibniz vom 29. November 1681 (*LSB* III, 3 N. 297, S.518f.). Dort hebt Mariotte die Übereinstimmung von Leibnizens Ansichten über die Akustik mit seinen eigenen hervor.

[Nachfolgenden, das Konzept L² (Bl. 25) mit Verbesserungen wiedergebenden Textabschnitt (bis zu S. 145.7) hat Leibniz am Rand von Bl. 8 v^o als zweite, gültige Ersetzung für den gestrichenen Schlussteil der Reinschrift l (S. 140.11–16) abgefasst (Lil):]

trans eandem membranam in tympano posita, membranae ipsi connexa; malleum, incudem et stapedem. Inde denique pervenit vibratio in labyrinthum in osse petroso excavatum, idque tum per tremores ipsius ossis petrosi, tum per foramina in osse petroso. Ipsum os petrosum tremit ad imitationem membranae tympani, tum ob vibrationes aeris inter ipsum et membranam hanc positi a membranae pulsatione per aerem externum facta, incitati; tum ob tremores ossiculorum dictorum inter membranam et os petrosum interjectorum, nam malleus membranae tympani, stapes ossi petroso connectitur, incus eos jungit, unde communicatio. Foramina in osse petroso qua tympanum respicit sunt ovale et rotundum. Ovale clauditur a stapede cuius basis membrana adnata jungitur orae foraminis. Rotundum clauditur propria membrana quae membranae tympani similis est. Labyrinthus intra os petrosum undique conclusus constat potissimum tribus 10 canalibus in semicirculum inflexis, et cochlea. Cochleae autem canalis a lamina quadam 15

4 membranam fehlt L², erg. Lil 4–13 membranae tympani (1) connexa (2) connexa, | malleum incudem et stapedem erg. | inde denique (a) propagatio (b) pervenit vibratio in (aa) aerem inclusum ossi petroso, (bb) laminas (cc) canales et (aaa) laminas (bbb) Cochleam labyrinthi in osse petroso excavati quod fit per duo foramina (dd) | in versehentlich erhalten | labyrinthum in osse petroso excavatum (aaa) aeremque ei inclusum, quem Anatomici veteres vocabant implantatum (bbb), idque (aaaa) per duo foramina, unum rotundum membrana clausum quam (aaaaa) inter (bbbb) inter tympani membranam et os petrosum (cccc) inter (ddddd) positus[!] (bbbb) tum per (aaaaa) vibrationem (bbbb) vibrationes (cccc) tremorem ipsius ossis petrosi (aaaaa-a) ab aere inter ipsum et membranam tympani intercepto, tum (bbbb-b) qui et ab aere inter ipsum et membranam tympani intercepto, et per (aaaaa-aa) stapedem ipsi (bbbb-bb) malleum membranis tym (cccc-c) | superficie erg. | tum | maxime erg. | per foramina [...] petrosum tremit | ad imitationem tympani erg. | tum ob vibrationes [...] et membranam tympani positi, tum ob tremores ossiculorum interceptorum, nam malleus [...] petroso connectitur incus eos iungit. Foramina in osse petroso (aaaaa-aa) sunt (bbbb-bb) qua tympanum respicit, [...] rotundum. Ovale (aaaaa-aaa) et (bbbb-bbb) clauditur a stapede (aaaaa-aaa) ope membranae adnatae rotun (bbbb-bbb) cuius basis [...] orae foraminis. (aaaaa-aaaaa) Foramen (bbbb-bbbb) Rotundum clauditur propria membrana, L² membranae ipsi [...] petrosum interjectorum, (1) cum (2) nam malleus [...] propria membrana Lil 14–S. 143.3 constat (1) vestibulo et cochlea (2) potissimum | tribus erg. | canalibus in [...] et cochlea. (a) Cochlea autem dividitur a (b) Cochleae autem [...] spiraliter circumeunte (aa) et in summo coarctata dividitur (bb) atque (aaa) basi sua (bbb) interiore (aaaa) parte sui (bbbb) sua acie ad axem cochleae annata, exteriore | vero erg. | per membranam (aaaaa) ossi pe (bbbb) parieti canalis (aaaaa-a) cui (bbbb-b) in quo excavata cochlea est, adhaerente) dividitur L² constat potissimum [...] lamina quadam (| extensa et gestr. | axem cochleae [...] in quo | excavatus ändert Hrsg. nach L² | est, adhaerente) dividitur Lil

(axem cochleae spiraliter circumeunte atque interiore sua acie, ut ita dicam, ad axem cochleae annata, exteriore vero per membranam quandam parieti canalis, in quo [excavata cochlea] est, adhaerente) dividitur in duas quasi scalas (seu duplum ascensum) quarum una cum altera non communicat etsi una super alia sit, solaque lamina dividantur. Horum ascensum superior communicat cum aere canarium semicircularium, qui vibrationem [recepere], tum ab ipso tremore ossis petrosi, tum a stapede per foramen ovale. At inferioris ascensus sive meatus aer, cum nullo alio immediate communicat, vibrationem vero accepit tum a dicto tremore ossis petrosi, tum a membrana foraminis rotundi, quam aeris intra tympanum et os petrosum positi vibratio, ad imitationem membranae tympani in tremorem concitat. Lamina autem cochleae inter hos duos ascensus seu 10 meatus intercepta, tum a superioris tum ab inferioris meatus aere pulsatur. Unde patet quoque cur dentibus manubrium barbiti apprehendentes sonum percipiamus, etiam auribus obturatis, quod per mandibulam et temporum ossa tremor ossiculis supradictis et ita per stapedem ossi petroso communicatur. Caeterum cum canales semicirculares, tum cochleae meatus et lamina, coeunt ex ampio in arctum instar tubarum, unde partes 15 sive gyri minores faciliter exprimunt sonos acutiores, ampliores vero gyri exprimunt sonos graviores, atque ita organon diversis corporibus sonoris unisonum fit, accendentibus diver-

5

3f. scalas (seu duplum ascensum,) quarum L^2 scalas (1) quarum (2) (seu duplum ascensum) quarum *Lil* 4 sit L^2 sit , *Lil* 5–7 semicircularium (1) ; inferior cum (2) qui vibrationem receperit (a) tum a superficie (b) tum ab ipsa superficie ossis petrosi, [...] foramen ovale; inferioris ascensus aer, cum L^2 semicircularium, qui vibrationem | accessere ändert Hrsg. nach L^2 | , tum ab ipso [...] meatus aer, cum *Lil* 7f. communicat, et vibrationem (1) accepit (2) accepit (a) tum eti (b) cum (c) tum a dicta superficie L^2 communicat, vibrationem [...] dicto tremore *Lil* 9 positi fehlt L^2 , erg. *Lil* 10 cochleae fehlt L^2 10f. ascensus | seu meatus erg. | intercepta L^2 ascensus seu meatus intercepta, *Lil* 11 inferioris aeris vibrationibus L^2 inferioris meatus aere *Lil* 11–15 pulsatur. (1) Caeterum et canales et (2) Unde patet [...] sonum percipiamus, quod | per *verschentlich gestr.* | os mandibulae et temporum ossa [...] communicatur. Caeterum tum canales semicirculares tum L^2 pulsatur. Unde [...] semicirculares, tum *Lil* 15 meatus cum lamina L^2 meatus et lamina, *Lil* 15 ex ampio fehlt L^2 15–17 unde (1) partium (2) partes arctiores (a) ad acutiores (b) faciliter exprimunt sonos acutiores; ampliores vero (aa) sonos (bb) exprimunt sonos graviores, L^2 unde partes [...] sonos graviores, *Lil* 17 organon diversis (1) sonis (2) corporibus sonoris L^2

sis pro re nata accommodatis tensionibus membranarum (tympano, foraminis rotundo et ovali, laminae annexarum,) diversaque (supra explicata) divulsione particularum aeris acustici non tantum in externo meatu auditorio citra tympanum, et spatio trans tympani membranam, contenti, (qui ambo cum aere libero communicant) sed et labyrintho inclusi,
 5 quem veteres vocabant implantatum, qui cum externo non nisi insensibiliter communicare potest. Omnes autem particulae et aeris et organi quae debitae sunt magnitudinis, atque inter se et sonoro corpori unisonae, sive jam praexistentes, sive (explicata superius ratione) in ipso exprimendi soni opere commoditatis causa factae atque a natura assignatae, easdem accipiunt vibrationes, easque mutuo juvant, et propagant. Acceditque
 10 officium cavitatum organi quibus fit quasi Echo multiplex, sonusque velut stentoreae tubae reflexionibus multiplicatur, et fortior redditur. Quod ad ultimum sensorium attinet, observatum est duas esse partes nervi auditorii[:] unam duram[,] alteram molliorem et ad

1 pro re nata fehlt L^2 1-4 membranarum (1) , (2) (tympani, (a) ossis (b) foraminis rotundi, ovalis, laminae, (aa) etc., (bb) etc.) diversaque (aaa) aeris (bbb) supraque (ccc) supra explicata divulsione particularum aeris acustici (aaaa) in labyrintho (bbbb) | (versehentlich erhalten | non tantum in externo | , versehentlich erhalten | meatu auditorio (aaaaa) , et spatio trans tympanum (bbbb) citra tympanum et spatio trans tympanum | (versehentlich gestr. | qui ambo cum aere | alio gestr. | libere communicant (aaaaa-a) positi (bbbb-b) , sed et labyrintho inclusi, L^2 membranarum (1) (tympani, (2) (tympano, (a) foraminis (b) foraminis (aa) rotundi (bb) rotundo et (aaa) ovalis, (bbb) ovali, laminae [...] labyrintho inclusi, *Lil* 5 quem veteres vocabant implantatum fehlt L^2 6 aeris et (1) ossis petrosi (2) labyrinthi (3) organi, L^2 aeris et organi *Lil* 6f. magnitudinis [25 v°] atque L^2 magnitudinis, atque *Lil* 7f. sonoro | corpori erg. | (1) homotonae (2) unisonae sive (a) inter expr (b) in (c) in ipso (d) jam praexistentes sive explicata supra ratione | in erg. | ipso exprimendi soni opere L^2 sonoro corpori [...] soni opere *Lil* 8 factae atque fehlt L^2 9 vibrationes (1) et (2) easque L^2 vibrationes , easque *Lil* 9 juvant L^2 juvant , *Lil* 9 propagant. (1) Accedunt (2) Accedetque L^2 propagant. Acceditque *Lil* 10 organi , quibus (1) sonus ut (2) fit quasi Echo (a) multiplexque (b) multiplex sonusque quasi L^2 organi quibus [...] sonusque velut *Lil* 11 multiplicatur L^2 multiplicatur , *Lil* 11f. attinet, sciendum est (1) duplizem (2) duas L^2 attinet, observatum est duas *Lil* 12 partes Nervi L^2 partes nervi *Lil* 12-S. 145.1 duram , (1) quae magis ad motum musculorum destinata videtur, alteram mollem, ad usum sentiendi magis comparatam. Nam initio ambo rami paralleli incedunt. (2) alteram molliorem, et ad [...] videtur comparatam, L^2 duram alteram (1) mollem (2) molliorem et ad [...] videtur comparatam, *Lil*

2 supra: S. 128.7–132.4. 5 quem [...] implantatum: Nach J.-G. DUVERNEY, *Traité de l'organe de l'ouie*, Paris 1683, S. 43 (lateinische Übersetzung: *Tractatus de organo auditus*, Nürnberg 1684, S. 10). Leibniz hat diese Stelle exzerpiert; vgl. N. 125, S. 155.26–27. 7f. superius: S. 134.1ff. 11-S. 145.3 Quod [...] membranas: Siehe DUVERNEY, *L'organe de l'ouie*, S. 44f.; 96f. (*De organo auditus*, S. 11; 23). Leibniz hat diese Stellen exzerpiert; vgl. N. 125, S. 156.6–12; 158.3–5.

usum sentiendi magis, ut videtur[,] comparatam, quae consumitur in partes Labyrinthi (immediati auditus organi) interiores, laminam scilicet cochleae, et canales semicirculares, et amborum membranas. Unde suspicari licet, comparando sensum visus cum sensu auditus ut jam aliquoties feci, partem duram respondere nervo optico, at partem molliorem ejusque propagines magis respondere choroeidi tunicae[,] propagini piae matris, 5 quam (prae retina et nervo optico,) visus organon ultimum dicendam satis mea sententia ostendit Mariottus.

[Nachfolgenden Textabschnitt (bis zum Ende von N. 123) hat Leibniz im unteren Teil von Bl. 8 v° als neuen Schluss der Reinschrift l verfasst (Lil):]

Caeterum de partibus organi auditus earumque usu duo nuper egregii libri prodiere 10 clarissimorum virorum[,] primum Schelhameri professoris Medici Helmaestadiensis[,] deinde novissime Duverneji Anatomici Regii Parisini, quorum hic quibusdam Mariotti, (viri certe in his studiis egregii, et magna naturalis scientiae jactura nuper extincti,) ille meis nonnullis sententiis, uti sese pro sua humanitate profitetur. Mirus autem inter

1f. partes labyrinthi (qui (1) proximum (2) proprium est auditus organon (3) est (4) immediatum auditus organon est) L^2 partes Labyrinthi (immediati auditus organi) *Lil* 2f. semicirculares . Unde L^2 semicirculares , et amborum membranas. Unde *Lil* 4 feci, partem (1) mollem (2) duram L^2 4f. optico | et retinae *gestr.* | partem vero molliorem | ejusque propagines *erg.* | L^2 optico , at [...] ejusque propagines *Lil* 6 quam (1) potius quam retiformem et quam nervum opticum (2) (prae retiformi et nervo optico (a) opticum (b) visus organon dicendam L^2 quam (prae (1) retiform (2) retina et [...] visus organon (a) dicendam (b) ultimum dicendam *Lil* 7–10 Mariottus. (1) Et vero (2) Caeterum *Lil* 11 primum *erg.* *Lil* 11f. Helmaestadiensis (1) et (2) deinde *Lil* 13 extincti,) (1) hic (2) ille *Lil* 14 sese *erg.* *Lil*

4 aliquoties: Siehe S. 127.10. 6f. quam [...] Mariottus: Siehe E. MARIOTTE, *Nouvelle découverte touchant la veue*, Paris 1668, S. 3–6 (MO II, S. 496–498) und vor allem DERS., *Seconde lettre à M. Pequet pour montrer que la Choroide est le principal organe de veüe*, Paris 1671 (MO II, S. 507–516). Man beachte zudem die anonyme Rezension (von J. Bohn) zu den „*Lettres escriptes sur le sujet d'une nouvelle decouverte touchant la Veüe*, faite par M. Mariotte“ in AE II (1683), S. 67–73. 11 Schelhameri: SCHELHAMMER, *De auditu*. Leibniz hat die Abhandlung exzerpiert; siehe N. 124. 12 Duverneji: DUVERNEY, *De l'organe de l'ouie*. Leibniz hat die lateinische Übersetzung (*Tractatus de organo auditus*) exzerpiert; siehe N. 125. 13 extincti: Mariotte war am 12. Mai 1684 gestorben. Hiervon erfuhr Leibniz wahrscheinlich erst durch die am 12. Juni 1684 verfassten Briefe von C. Brosseau und N. Douceur (LSB I, 4 N. 381, S. 468; III, 4 N. 56, S. 119). 14 profitetur: SCHELHAMMER, *De auditu*, S. 125; siehe N. 124, S. 148.20–149.2.

Mariotti measque sententias quoad summa capita in hoc arguento fuit consensus, quod ipse mihi indicavit Epistola explicationi meae sibi transmissae reposita. Et his vero congruenter Duvernejus generaliora haec cogitata ad partes organi auditorii applicat, ex quo plurimum profeci, atque ita confirmatus sum ut jam noster explicandi modus, rationibus, atque observationibus in solido collocatus et recipiendus videatur. Idem Duvernejus cogitationum Clarissimi Perralti ad hoc argumentum pertinentium meminit, quas non vidi, egregias tamen esse apud me cui perspectum est viri ingenium, dubitatio nulla est.

[*Rechnungen auf Bl. 25 v°, die nicht mit L² zusammenhängen:*]

2 6 2

10	4 9 6
	<u>2 6 2</u>
	2 3 4

3 0 0

8 — 7 — 3 0 0

1 quoad summa capita *erg. Lil* 2f. Et his (1) consentienter (a) du (b) D (2) jam (3) vero congruenter Duvernejus *Lil* 3 auditorii *erg. Lil* 3f. ex quo [...] confirmatus sum *erg. Lil* 4f. modus, | a priori *gestr.* | rationibus, (1) a posteriori (2) atque observationibus *Lil* 5f. videatur. (1) Praeclara (2) Idem Duvernejus (a) Clarissimi (b) cogitationum Clarissimi *Lil*

2 Epistola [...] reposita: Siehe MARIOTTE, Brief an Leibniz vom 29. November 1681 (*LSB* III, 3 N. 297, S. 518). Hiermit beantwortete Mariotte Leibnizens Brief von der 2. Hälfte August 1681, der eine Darstellung der Entstehung, Übertragung und Aufnahme des Schalls enthielt (*LSB* III, 3 N. 269, S. 478–482).

3 generaliora [...] applicat: Zu Beginn des Abschnitts über die Funktionen der Teile des Gehörorgans erklärt DUVERNEY (*L'organe de l'ouie*, S. 68; *De organo auditus*, S. 17), zu einem großen Teil verdanke er Mariotte das, was er im Folgendem vortragen werde. 5f. Duvernejus [...] meminit: *L'organe de l'ouie*, Avertissement, S. aii r°; *De organo auditus*, Praefatio, S. a2 r°. 6 cogitationum [...] Perralti: C. PERRAULT, *Du bruit*, Paris 1680 (*Essais de physique*, Bd. II). 8 [Rechnungen auf Bl. 25 v°]: Die Hilfsrechnungen dienten Leibniz, wie man seinem Brief vom 14. (24.) April 1685 an den Prokurator Q. S. F. Rivinus entnimmt, zur Abschätzung der Summe, die er der Leipziger Familie Freiesleben für die langjährige Aufbewahrung der Bibliothek seines verstorbenen Vaters schuldete (*LSB* I, 4 N. 581, S. 690.29–31). Hiermit nahm Leibniz zu dem Vertragsentwurf Stellung, den Rivinus ihm am 8. (18.) April 1685 gesendet hatte (ebd. N. 578; 579).

$\begin{matrix} \cancel{2} & \cancel{2} & [A] \\ 2 & \cancel{1} & \emptyset & \emptyset & f & 2 & 6 & 2 & \frac{1}{2} \\ \cancel{8} & \cancel{8} & \cancel{8} \end{matrix}$
 2 6 2

$\begin{matrix} 2 & \emptyset & A \\ \cancel{3} & \emptyset & \emptyset & f & 3 & 7 & \frac{1}{2} \\ \cancel{8} & \cancel{8} \end{matrix}$

5

7

2	5	9	
		$3 \frac{1}{2}$	
<hr/>			
2 6 2 $\frac{1}{2}$			

10

[Gegenläufig:]

2 1
 $\underline{-3}$
 3. 2 7.

15

1 \not{A} erg. Hrsg.

12₄. AUS GÜNTHER CHRISTOPH SCHELHAMMER, DE AUDITU
 [Frühjahr 1684 – erste Hälfte 1685]

Überlieferung:

L Auszüge aus G. C. SCHELHAMMER, *De auditu*, Leiden 1684, S. 124–129: LH XXXVII 1 Bl. 14. Ein Blatt 4°; Fragment eines Wasserzeichens. Zwei voll beschriebene Seiten. Leibniz verweist in N. 12₃ (S. 132.10–11; 134.11–14; 145.10–12) auf Schelhammers Abhandlung und nimmt insbesondere auf die in N. 12₄ exzerpierten Stellen Bezug.

[14 r°]

Guntherus Christophorus Schelhammerus *de auditu*,
 edito Lugd. Batavorum 1684 8°.

Is axiomate 13 pag. 124 ita habet[:]

10 *Problema: quomodo sonus per aerem propagetur explicare. Ex praemissis hactenus colligere licet, dum corpora duo vel actu vel potentia dura ac solida colliduntur, quae productio est soni, tunc aerem ex necessitate commoveri et concuti, ob eam rationem qua fluida omnia id pati ostensem est, Axiomate 4. Cum vero aer sit corpus fluidum compressum indeque elastro praeditum, ac in tremorem agi aptum, patet non alio modo id fieri, quam quia impressam semel speciem soni una particula in aliam decurrente totoque aere contremente per se ipsum idem propaget, ut solida corpora idem facere, axiomate 3. docuimus. Non secus enim ac videmus chordam commoveri ac reciprocis ictibus huc illuc decurrere[,] aer quoque commoveri totus videtur, hinc una aeris particula alteri impressam speciem perpetuo communicat, donec ob reactionem particularum vis tandem ac motus omnis elanguescat, et sonus propagari desinat. Hoc autem inventum non mihi soli deberi fateor sed magna ex parte viro ingeniosissimo ac varia doctrina atque eruditione instructissimo J. Leibnizio Seren. Ducis Luneb. et Brunsv. Hannoverani hoc tempore Consiliario qui pro suo in nos affectu Lutetiae Parisiorum dudum nato[,] cum audiret de*

20 9 Is (1) pag. 124 (2) axiomate 13 pag. 124 L

9 axiomate 13: „Sonus quousque permeat, omnem ambientem aerem occupat.“ G. C. SCHELHAMMER, *De auditu*, Leiden 1684, S. 124. Der exzerpierte Abschnitt folgt unmittelbar der Formulierung des Axioms. 10–17 *Problema [...] enim*: a.a.O., S. 124. 13 *Axiomate 4*: „Corpus fluidum compressum solidi trementis rationem habet.“ a.a.O., S. 110. 16f. *axiomate 3*: „Corpus solidum in tremorem agi aptum, sonum impressum per se ipsum totum transmittit.“ a.a.O., S. 110. 17–S. 149.7 *ac videmus [...] addensatum*: a.a.O., S. 125. Zitat mit Auslassung. 23–S. 149.1 *cum audiret [...] esse*: Siehe G. C. SCHELHAMMER, Briefe an G. W. Leibniz vom 8. (18.) November und vom 31. Dezember 1680 (10. Januar 1681; *LSB III*, 3 N. 124; 153).

auditu mihi dissertationem sub manibus esse, per literas mecum communicare non dubitavit, et de corporum tremore quaedam egregia monere. Subolfactum id autem jam olim fuit eruditis quibusdam et emunctae naris viris, quamvis non ita distinctim, sed per transennam, quod dicitur[,] rem percepint. Prae caeteris vero summo Philosopho Medico atque poetae Hieronymo Fracastorio, qui elegantissimis verbis id exposuit Lib. de sympathia et antipathia cap. 4. Species soni, inquit, si movere sensum debet, medium poscit continenter densum, non per admisionem terrae sed vi addensatum, quod in aere accidit facto ictu. Inde enim facta prius distractione et rarefactione[,] tum subita fit addensatio partis post partem more undarum, unde circulationes conflantur. Quod non aliud est, quam successiva quaedam aeris addensatio in orbem facta per quam delata species [14 v^o] 10 a primo profecta sensum dimovere potest. Fit autem successiva illa addensatio in aere[,] prioribus quidem partibus subito ac vi densatis[,] subito etiam se rarefacientibus ac alias successive densantibus.

Paradoxon. Sonus per aerem propagatus a principio ad finem undique fertur pari velocitate sed viribus remittit. Nullus dubito hoc assertum 15 tam a vero absonum plerisque videri, ut vix fidem habeant. Cum actione et reactione partium aeris trementium, videatur omnis earum vis frangi debere nec tantum imminui sonus, sed tardius etiam ferri debere. Et vero nos ipsi etiam in eo fuimus errore, antequam a Mathematico consummatissimo et rerum naturalium apprime curioso, Paulo Heigelio Collega Honoratissimo dubium ea de re nobis moveretur. Tunc enim experientia consul- 20 uimus, et eodem praesente comperti sumus post mille passus eadem celeritate procedere ulterius sonus, atque fecerat in ipso principio. Experimentum tale fuit: stationem eligimus in loco paulo eminentiore, ibique collocata bombarda majore et relictis sociis explodendae bombardae mensuravimus ab illo loco perticas 10. Hic pedem fiximus, et perpendicular brevissimo, ut citissime ac saepius posset recurrere[,] instructi[,] signum dedimus minore 25 sclopeto, et ut primum ignem vidimus deflagrantem, laxato perpendicular computavimus seorsim quilibet quot vicibus reciprocam decursionem perpendicularum absolveret antequam ad aures allaberetur sonus. Hoc diligenter notato rursus 10 perticis emensis signum dedi-

19 Mathematico (1) curiosissimo (2) consummatissimo et [...] apprime curioso, L 23 paulo | paulo streicht Hrsg. nach Vorlage | eminentiore L

1f. *per literas [...] monere:* Siehe G. W. LEIBNIZ, Briefe an G. C. Schelhammer, 6. (16.) Dezember 1680; Februar/März 1681; 13. (23.) Januar 1682 (*LSB III*, 3 N. 139; 182; 311). 6–13 *Species [...] densantibus:* Wörtlich zitiert nach G. FRACASTORO, *De sympathyia*, cap. 4 (Venedig 1546, S. 3 r^o/v^o; *Opera I*, Lyon 1591, S. 9 f.). 7–18 *quod in [...] tardius etiam:* SCHELHAMMER, *De auditu*, S. 126. Zitat mit Auslassung. 17 *partium: particularum* in der Vorlage. 18–S. 150.3 *ferri [...] proportione:* a.a.O., S. 127. Zitat mit Auslassung.

*mus et ut ante instituimus computationem, idque aliquoties fecimus, donec internoscere signum, vel ipsum etiam ignem non amplius potuimus idque constanter deprehendimus, non Geometrica sed Arithmeticā proportionē crescere numerū reciprocationis penduli. Interim sonus ita imminuebat, ut percipi vix tandem posset. Ego vero inexpectato even-
5 tu turbatus[,] de causa rei tam mirae cogitare sedulo cepi. Et parum abfuit quin subtilibus aere elementum poris ejus haerere crederem. Sed quod haec sententia perquam improbabili semper mihi plurimis de causis antea visa esset ad stagnum spatiōsum non admodum profundum me contuli, ibique statutis signis eadem distantia ab invicem dissidentibus[,] baculis et lapillis injectis, coepi ut antea momenta temporis sollicite connumerare. Et
10 vidi manifesto circulos istos initio velocius[,] remissius postremo loco decurrere per su- perficiem, verum nihilominus non esse diversum tempus, quo ab uno spatio notato ad alterum devenirent illorum extremi. Hoc autem fieri ideo quod qui primus excitatur, non ideo primus permanet, sed ubi parum processit, alios atque alios justo spatio excitat[,] hi
15 rursus alios qui [omnes] illum qui primo loco factus erat, praecurrunt longe. Sicque hu- jus tarditatem sua frequentia et multiplicatione pensatum eunt. Ut pateat pati hic aquam trementem a reactione proxime adstantis et tamen eodem modo quo aer aequali temporis spatio hos circulos ad finem decurrere.*

3 non (1) *Arithmeticā* (2) *Geometricā* sed *Arithmeticā* (a) *ratione* (b) *proportionē L* 5 *quin*
 (1) *subtilius* (2) *subtilibus L* 11 *nihilominus erg. L* 14 *rursus L ändert Hrsg. nach Vorlage*

3–13 *crescere [...] processit*: a.a.O., S. 128. Zitat mit Auslassungen. 3 *penduli*: *perpendiculi* in der Vorlage. 13–17 *alios [...] decurrere*: a.a.O., S. 129.

12₅. AUS UND ZU JOSEPH-GUICHARD DUVERNEY, TRACTATUS DE ORGANO
AUDITUS

[April 1684 – erste Hälfte 1685]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus J.-G. DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus, continens structuram, usum et morbos omnium auris partium, e Gallico Latine versus*, Nürnberg 1684: LH XXXVII 1 Bl. 24. Ein senkrecht halbiertes Blatt 2°; Fragment eines Wasserzeichens: Papier aus dem Harz; geringfügiger Textverlust am oberen und unteren Rand. 5 Zwei voll beschriebene Seiten, die inhaltlich mit einem Textabschnitt im Schlussteil von N. 12₃ (S. 142.4–145.7, Textschicht *Lil*) sowie mit dem ihm zugrundeliegenden Konzept N. 12₃, *L²* zusammenhängen.

[24 r°]

De organo auditus

10

Pars Organi Auditus aperta vel caeca. Aperta est quae sine sectione videri potest, estque duplex[:] Auris ipsa (quae eminent extra caput) et meatus auditorius. Auris constat cartilagine, quam tegit involucrum nervosum, quam vestit pellis tenuis et subtilis. Figura est quod cartilago habet plicas et concham in quam plicae desinunt, habet quoque duos musculos, arterias[,] venas[,] nervos. 15

Meatus Auditorius habet vestibulum seu introitum Concham, fundum habet tympanum; inter haec partes duas[,] cartilagineam et osseam. *Cartilaginea ex coarc-*
tatione conchae formatur; interrupta est *quasi per incisuras* pluribus locis *quae non*
cohaerent nisi per pellem *quae partem interiorem meatus tegit.* Pellis est continuatio
superior, *sparsa est infinitis glandulis[,]* *quaevis tubulum habet in cavitate meatus aper-* 20
tum unde prodit cerumen. Pars cartilaginea et ossea connectuntur partim *protuberantiis*

11 Auditus (1) interna vel externa. (a) Interna (2) aperta vel caeca. Aperta L 12 ipsa (1) et meatus auditorius. Seu Auris (2) (quae eminent [...] meatus auditorius. L 14 plicas (1) quae desinunt in concham (2) et concham [...] plicae desinunt, L 17 inter (1) duos (2) haec partes duas L 18 quasi per incisuras erg. L 18 locis (1) nec (2) quae non L 20 glandulis (1) quae t (2) quaevis tubulum L

10 De organo auditus: J.-G. DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, Nürnberg 1684: lateinische Übersetzung von DERS., *Traité de l'organe de l'ouie*, Paris 1683. 11–15 Pars [...] nervos: DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, S. 1. 14 Figura: Siehe a.a.O., Anhang: Tabula I, Fig. I. 16–19 Meatus [...] tegit: a.a.O., S. 2. Zitate mit Auslassungen. 19–S. 152.4 Pellis [...] tympanum: a.a.O., S. 2f. Zitate mit Auslassungen.

inaequalibus ad ostium canalis ossei, versus faciem; partim validissimo ligamento (qua occiput spectant) quod ossi temporis est annexum. Ossea pars meatus quasi annexa videtur ossi temporum. Meatus totus initio quidem ascendit, versus medium vero partem flectitur et redescendit usque ad tympanum.

5 *Pars externa seu aperta, ab interna seu tecta separatur per membranam tympani quae est in fundo meatus. Haec membrana prope rotunda, sicca, tenuis[,] firma[,] pellucida, infixa striae quae in extrema meatus [ossei] circumferentia excavata est. Extensa est membrana, introrsum tamen gibba[,] quippe a manubrio mallei eo protracta.*

10 *Interna pars Organi sequitur, huius initium est Tympanum, cavitas scil. post membranam, introrsum clauditur membrana, retrorsum ossis petrosi superficie: ab utroque latere meatibus clauditur quorum anterior[,] qui et aquaeductus dicitur[,] in palato ostium habet, alter qui e regione est, et in superiore cavitatis parte[,] in inflexis apophyseos mastoideis sinibus. In summo tympani loculus est, in quo capita ossiculorum, de quibus postea dicemus[,] conduntur. Cavitas tympani admodum inaequalis est, saccabra, et inducta membrana, in qua filamenta vasorum. In corpore tympani sunt duo meatus, duae fenestrae, quatuor ossicula, tres musculi; ramus nervi.*

20 *Aquaeductus ita inseritur, ut [aerem] qui per nares in os intrat in transitu excipiat. Fenestrae vel foramina sunt in superficie ossis petrosi, os petrosum iis pervium habet lineae crassitatem (1/12 pollicis). Ovalis fenestra paulo altior est, fundus ejus in oram quasi foliatam retorquetur, cui basis ossiculi quod stapes dicitur innititur. Fenestra rotunda (quae tamen revera etiam ovalis) incisam in medio meatu striam habet, in quam membrana tenuis, sicca, pellucida, pene membranam tympani referens[,] infixa est. Sequuntur ossicula. Mallei caput seu pars crassior nidulatur [in] loculo supradicto in summo tympani; pars lateralis et paulo posterior capitinis huius duas habet protuberantias et cavitatem, ut articulatione jungi possit ossiculo alteri, quod incus dicitur, pars gracilior in longitudinem magis protensa seu manubrium duabus apophysibus augetur*

1 versus (1) facies; (2) faciem; L 1 ligamento (1) versus (2) (qua L 5 ab (1) externa (2) interna L 7 ossi L ändert Hrsg. nach Vorlage 10 retrorsum (1) osse petroso (2) ossis petrosi superficie: L 11 latere (1) duobus (2) meatibus L 17f. ut (1) excipiens (2) | aer streicht Hrsg. | (3) | aererem ändert Hrsg. | qui per [...] transitu excipiat. L 18 Fenestrae (1) sunt (2) vel foramina sunt L 23 ossicula. (1) Malleus, ejus (2) Mallei L 23 nidulatur | seu ändert Hrsg. nach Vorlage | loculo L

5–8 Pars [...] protracta: a.a.O., S. 3. Zitat mit Auslassungen. 9–16 Interna [...] nervi: a.a.O., S. 3f. Zitate mit Auslassungen. 17f. Aquaeductus [...] excipiat: a.a.O., S. 4. 18–S. 153,4 Fenestrae [...] annectitur: a.a.O., S. 5. Zitate mit Auslassungen.

quarum major exterius sita, membranae tympani agglutinatur, altera ad latus sita versus aquaeductum est gracilior et musculi alterius tendinem recipit. Manubrium applicatur et agglutinatur ad membranam tympani, sed ubi extrema sui parte planius fit, firmius annectitur. Incus habet partem solidam et duo crura. Solida anterius duas habet cavitates et unam protuberantiam, ut duabus protuberantiis et cavitati uni capitum mallei respondeat, 5 et ei jungitur illa articulationis specie, quae ginglymus et opificibus cardo dicitur. Haec pars solida pene tota in loculo proprie dicto superioris tympani partis absconditur. Duo quasi crura sive rami seu apophyses sunt, brevior ad ostium meatus situs est et in apophysim mastoideum tendit, alter longior perpendiculariter in tympanum descendit intusque ad partem tympani membranae oppositam recurvata, rostellum efformat, quod cum stape- 10 de jungitur per quartum ossiculum. Stapes exacte refert stapedem equitis, duo habens crura imposita basi planis et ovalis figurae, superius autem nodulum habet seu caput illi stapedis parti respondens cui lorum innectitur. Situs stapedis talis est ut si directe caput aspiciatur, basis quasi tota eo tegatur. Pars tota interior crurum et basis stapedis declivis et excavata est, ossiculum hoc in cavitatem suam pene horizontaliter positum est. Duo 15 crura et basis quasi septum efficiunt, cujus imae parti agglutinata quadam membrana tenuis et vasculis sparsa. Basis stapedis in fenestram ovalem infixa quam exacte claudit orae foliatae ejus supradictae membrana innata adhaerens firmiter. Quartum ossiculum est exiguum, convexum [ea parte] qua caput stapedis (nonnihil concavum) respicit[,] concavum qua jungitur rostro incudis. Ossicula haec non habent periostium, nec ad articulationes eorum cartilago adnata est, sed ligamentis solum ex eorundem extremitatibus prodeuntibus fortiter constringuntur. Malleus et incus solidissima, tantum quibusdam vasculis nutritioni necessariis pervia, contra stapes ex substantia levissima et porosa. Ex tribus musculis duo pertinent ad malleum; primus in apophysin gracilem mallei inseritur, secundus situs est in dimidio canali osseum in os petrosum excavato, et tendine suo 25 super partem ossis petrosi velut super trochleam transiens in posticam manubrii partem paulo infra eum locum ubi musculus [externus] inseritur, intrat, ut manubrium versus os petrosum attrahere possit. Involucro nervoso quasi vagina dimidio canali firmiter annectitur. Musculus stapedis inclusus in tubum osseum, qui in os petrosum pene in imo

1 agglutinatur, (1) minor (2) altera L 6 quae (1) ginglymus (2) ginglymus L 11 exacte
 (1) stape (2) refert (a) illam partem st (b) stapedem L 13 Situs (1) capitum (2) stapedis L 19 ea
 parte erg. Hrsg. nach Vorlage L 19 (nonnihil (1) in spatium (2) concavum) L 27 paulo
 (1) supra (2) infra L 27 internus L ändert Hrsg nach Vorlage.

4-22 Incus [...] constringuntur: a.a.O., S. 6. Zitate m. Auslassungen. 22-S. 154.2 Malleus [...] paris:
 a.a.O., S. 6f. Zitate m. Auslassungen.

tympani excavatus est. Venter grandis et carnosus subito in tendinem exilem definit, qui capiti stapedis inseritur. Ramus nervi est ramus quinti paris.

Duae fenestrae spectant cavitatem auris internam elaboratam in osse petroso, quae dicitur *Labyrinthus*, qui constat vestibulo, tribus canalibus rotundis in semicirculum inflexis, et cochlea. Canales sunt in latere vestibuli versus occiput, cochlea in oppositum versus faciem. *Vestibulum est cavitas pene rotunda in osse petroso[.] diametri lin. 11/2[,] situm pene fenestram ovalem, (per quam e tympano in [vestibulum] via patet) vestitum membrana multis vasculis plena.* Novem in eo ostia, nempe foramen ovale, *reliqua in cavitate vestibuli, primum in superiore cochleae spiram, quinque in tres canales semicirculares [ducunt], duo transitum dant gemino ramo portionis mollis nervi auditorii.* Ex canalibus semicircularibus (qui sunt ad latus vestibuli versus occiput) *primum vocabo superiorem, quod laquear vestibuli arcuatum circumdet, secundum inferiorem, quod imas eiusdem partes cingat, tertium medium, quod longius prodit et inter eosdem situs est.* *Superior e vestibulo tendit primum retrorsum, mox paulum incurvatus antrorsum ad medium usque posticae ossis petrosi partis, et ubi paulo plus quam dimidium circulum confecit, inferiori jungitur.* *Inferior ab ima vestibuli parte prodit, et confectus itidem paulo [majori] quam dimidii circuli[,] spatio superiori jungitur.* *Juncti in unum plane coalescunt qui oblique protenditur donec in medio vestibulo ostium conficiat.* Medius duas portas separatas nec plus quam semicirculum itinere suo describit. *Canales hi aliquando rotundi, aliquando ovales interius, versus ostia autem in tubae formam expanduntur.* Isti tres canales in vestibulo pro sex ostiis habent quinque, quia unum duobus commune[:] [24 v°] duo ostia patent in summa, duo in ima, [unum] in media vestibuli par(te), primum et supremum porta est canalis superioris, secundum altera porta medii[,]
duae istae portae prope vestibulum solo osse tenuissimo dividuntur
quod plane evanescit in ipso vestibuli introitu. *Ex duobus ostiis in imo vestibuli infimum canalis inferioris, alterum altera medii porta est.* *Ostium in medio vestibuli omnium maximum, superiori et inferiori canali est commune.* Cochlea est tertia pars labyrinthi, ad

4f. *rotundis* | qui sunt ad latus vesti erg. u. gestr. | *in semicirculum L* 5f. Canales sunt [...] versus faciem. erg. L 7 *vestigium L ändert Hrsg. nach Vorlage* 9 *spiram, (1) reliqua (2) quinque L*
10 *ducunt erg. Hrsg. nach Vorlage* 11f. (qui sunt [...] versus occiput) erg. L 12 *vocabo (1) inferior (2) superiorem, L* 17 *major L ändert Hrsg. nach Vorlage* 22 *duo L ändert Hrsg. nach Vorlage* 24 *altera porta erg. L*

3–21 *Duae [...] expanduntur:* a.a.O., S. 8. Zitate mit Auslassungen. 21–27 *Isti [...] commune:* a.a.O., S. 8f. 27–S. 155.6 *Cochlea [...] lamina:* a.a.O., S. 9. Zitate mit Auslassungen.

latus vestibuli tribus canalibus semicircularibus oppositum, versus faciem. Constat duabus partibus, *canali semiovali spirali et lamina quae in spiram ascendentem convolvitur, canalemque sua via sequitur et in duas partes dividit* [(]lamina scilicet ista sua spira canalem facit spiralem). *Canalis* facit *duos circulos et dimidium circa centrum* (+ seu potius axem +) *minorque fit et angustior quanto magis elevatur extremitates-* 5 *que centro (+ axi +) appropinquant, ubi tam tenues fiunt quam ipsa lamina; lamina basi sua adhaeret axi, extremo superficie (+ seu continaculo +) spirae, ubi annexitur ossi petroso membrana tenui multo graciliori quam est lamina. Membrana haec evoluta totam canalis superficiem [vestit.] Lamina est dura, friabilis, prope basin perinde ut ipsa basis multis foraminibus pervia, altera extremitas tenuissima, firma, intensa.* Lamina 10 *ergo duos quasi ascensus scalae cochleatae facit non communicantes, duo saltem ostia* *habent separata, quorum alterum viam praebet e vestibulo in scalam superiorem, alterum* *quod est ipsissima fenestra rotunda, e tympano immediate in scalam inferiorem de-* 15 *ducit. Ostium est in inferiori parte ossis petrosi, infra illud per quod nervus auditorius* *transit, quod pervium est arteriae et venae quae rami sunt carotidis et jugularis inter-* 15 *nae, et hoc ipsum ostium initium est canalis (potius vasis) qui postquam in longitudinem* *lineae 1½ procurrit in inferiori cochleae meatu patet prope fenestram rotundam. Vasa* *haec ubi eo pervenere in complures ramusculos sparguntur, qui in laminam spiralem et* *membranam quae interiora canalis spiralis vestit distribuuntur. Arteria illa quae in co-* 20 *chleam intrat ramum notabilem communicat vestibulo, qui rursus ibi in duos ramusculos* *dividitur quorum unus per portam vestibuli duobus canalibus communem intrat, alter per* *portam canalis medii superiorem intrat et per alteram ejusdem portam in vestibulum re-* *vertitur. Ramuscotorum horum in multis vestibuli interioris locis fit anastomosis. Venae* *pari modo distribuuntur. Cum duae fenestrae quae in cavitate labyrinthi patent arc-* 25 *tissime sint clausae, altera basi stapedis altera membrana, patet aerem inclusum cum* *aere tympani, adeoque cum aere externo non communicare. Hinc Anatomici aerem* *implantatum dixerunt. Meatus per quem nervus auditorius transit amplius ad-*

5 *angustior* (1) (+ *circulus* (2) *quanto L* 9 *superficiem* | (versus os petrosum) *vestit.* *gestr.* | *vestit.* erg. Hrsg. nach Vorlage | *Lamina L* 27-S. 156.1 *transit* (1) | est streicht Hrsg. nach Vorlage | (2) *amplus admodum est, L*

6–14 *lamina* [...] *deducit:* a.a.O., S. 9f. Zitate mit Auslassungen. 14–27 *Ostium* [...] *dixere:* a.a.O., S. 10. Zitate mit Auslassungen. 26 *Anatomici:* Siehe etwa C. BAUHIN, *Theatrum anatomicum*, l. III, cap. 61 (Frankfurt a.M. 1605, S. 848–854). Der Begriff *aer implantatus* geht vermutlich auf ARISTOTELES, *De anima* II 8 (420a4–15) zurück. 27–S. 156.5 *Meatus* [...] *transit:* DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, S. 10f.

modum est, excavatus in medianam partem posticam ossis petrosi, qua cerebrum respicit, et oblique retrorsum in duarum circiter linearum longitudinem prodiens saccum quasi efformat, cuius fundus partim basis est cochleae partim portio laquearis vestibuli, in imo istius sacci ossiculum est quod basin cochleae a foramine separat per quod portio dura nervi auditorii transit. Nervus Acusticus oritur a posteriori parte protuberantiae annularis, linea spatio a lobulo parvo cerebelli. Pars nervi superior et major mollis, inferior et minor dura. Mollior est portio mollis quam omnes nervi medullae oblongatae exceptis olfactoriis. Portio dura prodit extra cranium, mollis desinit in organo auditus. Duo hirami (mollis et durus) paralleli incedunt ad foramen usque ossis petrosi ubi portio dura supra alteram ascendit. Pars mollis uno ramo maxime notabili in cochleam, duobus aliis in vestibulum tendit, ex his duobus notabilior in quemlibet ex canalibus semicircularibus filamentum mittit, quod arteriae ibi distributae jungitur et eam sequitur. Durior ramus in os petroso excavato procedens denique per foramen exit inter apophyses mastoideas et styloideas, antequam tamen e foramine exeat alium recipit ex quinto pari. E foramine egressus ramum emittebat versus partes auris externas, et alias ramos versus partes alias. Nervus a quinto [pari] prope musculos mallei superque membranam tympani projectus e tympano[,] in os petrosum immissus ubi trunco portionis durae jungitur. Hoc filum nervi Anatomici quasi chordam membranae tympani credidere, sed nervus est, nec alium habent musculi ossiculorum. Secundum quoque par vertebrale ramum dat auri, qui spargitur in posteriore auris [et] auriculam et meatum cartilagineum.

Breviter de usu ad audiendum.

Externa pars auris facit officium corniculi quo utuntur surdi. Tympani membrana non est absolute necessaria, nam *surdi nonnulli tenentes [dentibus] manubrium instrumenti*

6 superior (1) et exterior (2) et major L 6 mollis, (1) interior (2) inferior L 12 jungitur et
| et streicht Hrsg. | eam L 12 sequitur. (1) Durus ner (2) Durior ramus L 16 pari erg. Hrsg.
nach Vorlage 18 nervi erg. L 20 et erg. Hrsg. nach Vorlage L 23 auribus L ändert
Hrsg. nach Vorlage

5–12 Nervus [...] sequitur: a.a.O., S. 11. Zitate mit Auslassungen. 12–17 Durior [...] jungitur:
a.a.O., S. 12. Zitate mit Auslassungen. 17–19 Hoc filum [...] ossiculorum: a.a.O., S. 12f.
18 Anatomici [...] credidere: Siehe hierüber BAUHIN, *Theatrum anatomicum*, l. III, cap. 51 (S. 826).
19f. Secundum [...] cartilagineum: DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, S. 13. Zitat mit Auslassungen.
21 de usu ad audiendum: Der zweite Teil von Duverneys Abhandlung handelt vom „Gebrauch der Teile des Organs des Gehörs“. Siehe a.a.O., S. 17. 22 Externa [...] surdi: a.a.O., S. 17.
22–S. 157.3 Tympani [...] intelligere.: a.a.O., S. 19f. Zitat mit Auslassungen.

audiunt, si tamen perforetur tympanum auditus in animali aliquandiu quidem conservabitur, tandem tamen peribit (+ cur ita? +). *Intenditur et remittitur per musculos mallei* ad diversos sonos corporum sonantium, quomodo autem id fiat difficile intelligere. Membrana haec cum sit sicca tenuis pellucida valde est huic usui apta. Trans membranam aer in tympano motus a membrana contribuet aliquod sed non erit par [movendis] partibus labyrinthi, potius credendum tremores membranae communicari malleo, a malleo incidi, ab hoc stapedi, *cuius tandem tremor os petrosum commovet*, ut chordae barbiti debent esse in eadem mensa. Nam ossicula sicca et dura[,] tenuia, ideoque facile mobilia, *manubrium mallei tota sua longitudine, membranae tympani agglutinatum*, junguntur ossicula sine cartilagine, unde facilior communicatio vibrationis; videtur musculus stapedis *extrorsum paulum trahere basin stapedis immediate applicatam fenestrae ovali et intendere* hoc modo membranam illam parvam quae superiorem basis hujus partem vestit (+ quae orae foliatae jungitur +) et reddere eam magis aptam ad recipiendos membranae tympani tremores ut communicet labyrintho. *Dici* etiam potest trahendo stapedem alioqui satis flexibilem, tendere eum et reddere firmorem ad melius exprimendos mallei et includis tremores. Aer per duos meatus laterales ex tympano exire potest, ut cedat membranae vibratione extrorsum pulsae. Tubus ad palatum[,] novum cum opus aerem suppeditat ex naribus. Surdi non audient nisi manubrium dentibus applicent, unde *tremor communicatur ossi mandibulae, ossibus temporum et ossiculis*, imo qui non surdi melius sonum instrumenti percipiunt dentibus, licet aures obturent. Membrana foraminis rotundi[,] similis ei quae in tympano est[,] etiam tremores aeris tympani communicabit aeri implantato seu labyrintho in quo est. Quoad cochleam lamina spiralis dura, sicca, tenuis, ergo tremula, *non jacet in canali semiovali, sed tensa est mediante pellicula subtili* qua *superficiei canalis adhaeret*. Dividit cochleam in duas quasi scalas cochleatas, inter se non communicantes. Fenestra rotunda prospicit in inferiorem, cujus nulla communicatione nec cum superiore, nec cum vestibulo, sed ab aere tympani [recipit] vibrationes per foraminis rotundi membranam, at aer superioris scalae recipit tremores ab aere vestibuli.

5f. par | movendo ändert Hrsg. | (1) ossi petroso (2) partibus labyrinthi, L 10 facilior (1) transitus (2) communicatio L 13f. recipiendos (1) tympani (2) membranae tympani L 21 rotundi (1) recipit (2) similis L 22 implantato (1) lamina (a) in lab (b) | qui organo streicht Hrsg. | (2) seu labyrintho [...] cochleam lamina L 26 tympani | recipit ändert Hrsg. | vibrationes L 27 superioris (1) canalis (2) scalae L

3–8 Membrana [...] mensa: a.a.O., S. 20. 8–18 Nam [...] naribus: a.a.O., S. 21. Zitate m. Auslassungen. 18–22 Surdi [...] est: a.a.O., S. 22. Zitate m. Auslassungen. 22–S. 158.3 Quoad [...] immotis: a.a.O., S. 23f. Zitat m. Auslassungen.

Lamina pulsatur inter utrumque. Cum lamina faciat circulos 2 1/2, eo pluribus partibus tremores recipit. Initio amplior est[,] in fine arctior, ut scilicet partes aliae tremere possint aliis immotis (+ ut in anisocyclis Vitruvii. [+]) *Ramus notabilis portionis mollis nervi auditorii ubi ad basin cochleae pervenit pluribus filamentis basin perforat, [quae] in gyris laminae absorbentur.* In avibus et piscibus abest cochlea, et praeter tres meatus semicirculares quartum habent rectum[,] *altera extremitate clausum, altera vero cum caeteris in cavitatem patentem quae praestat vicem vestibuli.* Duo rami portionis mollis nervi ibi in filamenta et membranas extenduntur [quae] canales intus vestiunt. Canalium horum quivis figuram habet duarum tubarum quarum utraque orificio angustiori in alteram infixas, et tremunt partes modo ampliores modo arctiores. Materia [ossis] petrosi circa canales est spongiosa, adeoque facile mobilis. *Per communicationem portionis durae nervi auditorii cum ramis 5ti paris qui in partes voci destinatas sparguntur[,]* explicatur auditus et vocis connexio, et cur auditus ad {vocem} imitand(am) provocet.

2 recipit (1) ubi arctior est (2) . Initio (a) arctior (b) amplior est L 4 basin (1) perforans,
 (2) perforat, L 4 qui L ändert Hrsg. nach Vorlage 8 qui L ändert Hrsg. nach Vorlage
 8 vestiunt. (1) Canales (2) Canalium L 10 ossi L ändert Hrsg.

3 anisocyclis Vitruvii: Siehe VITRUV, *De architectura* X 1, 3. 3–5 *Ramus [...] absorbentur:* DUVERNEY, *Tractatus de organo auditus*, S. 23. Zitat mit Auslassungen. 5–8 In avibus [...] vestiunt: a.a.O., S. 24. Zitate mit Auslassungen. 8–11 Canalium [...] mobilis: a.a.O., S. 25. Zitat mit Auslassungen. 11–13 *Per [...] provocet:* a.a.O., S. 26. Zitat mit Auslassungen.

13. AUS UND ZU JOACHIM JUNGIUS, HARMONICA [1683 (?) – 1685 (?)]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus J. JUNGIUS, *Harmonica* [Hamburg 1678]: LH XXXVII 1 Bl. 27. Ein Blatt 2°; ein Wasserzeichen; geringfügiger Textverlust an den Rändern: Papiereinhaltungsmaßnahmen. Eine voll beschriebene Seite auf Bl. 27 r° und drei Zeilen auf Bl. 27 v°; der Rest ist leer.

5

Datierungsgründe: Jungius' *Harmonica*, eine musiktheoretische Abhandlung, erschien posthum 1678 in Hamburg, von J. Vagetius herausgegeben. Ein Jahr später wurde sie, samt Jungius' *Isagoge phytoscopica*, der ebendort veröffentlichten Ausgabe von Jungius' *Praecipuae opiniones physicae ... ex recensione et distinctione Martinii Fogelii* beigegeben. H. Sivers übersandte Leibniz mit seinem Brief vom 6. (16.) Juni 1678 ein Exemplar der frisch gedruckten *Harmonica* und kündigte ihm zugleich die bevorstehende Veröffentlichung der *Isagoge phytoscopica* an (LSB II, 1 [2006] N. 179, S. 626.17–18; 628.14–15). Bei Sivers Sendung handelt es sich vermutlich um das Exemplar Nm-A 418 der GWLB Hannover, welches etliche Marginalien von Leibnizens Hand enthält, die zuweilen die vorliegenden Auszüge N. 13 betreffen.

Leibniz berichtete Mitte Juli 1678 dem Herausgeber des *Journal des Sçavans*, J. P. de La Roque, über diese Veröffentlichungen (LSB III, 2 N. 186, S. 473). Im folgenden Heft der Zeitschrift erschien eine davon herrührende anonyme Ankündigung: *Harmonica et Phytoscopica, scripta postuma Ioachimi Jungii Hamburg. 1678. Ce Jungius estoit sans contredit un des plus grands Mathematiciens et Philosophes de son temps et un des plus habiles hommes que l'Allemagne ayt jamais eu. Il y a pourtant esté peu connu pendant sa vie, et beaucoup moins ailleurs, parce qu'il n'a jamais voulu rien publier de son vivant, ne pouvant pas se contenter soy-même sur ses propres Ouvrages. Quand nous aurons receu ce livre de Hambourg, où il doit estre publié, nous ferons part de ce qu'il contient* (JS, 22. August 1678, Pariser Ausgabe: S. 342). Seine Mitteilung an La Roque sowie deren (angeblich untreue) Wiedergabe im *Journal des Sçavans* erwähnt Leibniz in einer späteren Aufzeichnung über die 1681 veröffentlichte zweite Ausgabe von Jungius' *Logica Hamburgensis* (LSB VI, 4 N. 233, S. 1121.1–7). Aus diesen Umständen lässt sich schließen, dass Leibniz die Auszüge N. 13 bereits ab Ende Juni 1678 verfasst haben könnte.

In einem Brief an Vagetius von Ende Mai 1687, in dem erneut von der Veröffentlichung des Jungius-Nachlasses die Rede ist, nimmt Leibniz ausdrücklich auf die *Harmonica* Bezug und zeigt hierbei, die Abhandlung eigenständig zu kennen (LSB II, 2 N. 47, S. 210.17–20). Spätestens zu diesem Zeitpunkt müssten also Leibnizens kommentierte Auszüge aus Jungius' *Harmonica* vorgelegen haben.

Es gilt dennoch zu bemerken, dass das im Textträger von N. 13 anzutreffende Wasserzeichen im Leibniz-Nachlass nach heutigem Kenntnisstand lediglich für die Jahre 1683–1685 belegt ist. Diese Zeitspanne ist demnach als die am meisten wahrscheinliche Datierung von N. 13 zu betrachten, wobei eine frühere oder spätere Datierung zwischen Ende Juni 1678 und Ende Mai 1687 nicht auszuschließen ist. Außuschließen ist hingegen aufgrund des Wasserzeichens eine aus inhaltlichen Gründen in Frage kommende Datierung der Auszüge auf die Zeit von Leibnizens Briefwechsel mit C. Henfling über Fragen der Musiklehre (1705–1711), wenngleich sich Leibniz dort explizit auf Jungius' *Harmonica* bezieht. Handschriften, die inhaltlich im Zusammenhang mit N. 13 stehen, sind im Konvolut LBr 390 enthalten, welches u.a. den Briefwechsel mit Henfling überliefert.

[27 r^o] *Phthongus (uniformis sonus) est, cuius initium fini unisonum, alias Diphthongus. Per sonum intelligimus Uniformem.*

Intervallum, διάστημα est sonorum duorum differentia (+ ratio potius seu logarithmorum differentia [+]) secundum acumen et gravitatem, ut octava[,] quinta.

5 *Soni consoni (dissoni) auditui grati, (ingrati), seu quorum intervalla concinna (inconcinna).*

Experientia: duorum corporum materia convenientium [et] crassitie aequalium[,] gravius sonat id quod longius est caeteris paribus. Ut in tibiis quo longius ab Hypholmio seu lingula distat foramen per quod aer sonorus exit; in chordis quo longius corpora chordam terminantia distant.

Hypothesis: quae proportio longitudinis sonantium praesertim chordarum, ea est sonorum.

Monochordum est instrumentum in quo sonorum proportio vel una chorda vel pluribus unisonis exploratur. Magadium seu suppositorium est corpus chordam terminans estque fixum vel mobile.

15 Octava 1:2 Quinta 2:3 Quarta 3:4 Tertia major 4:5 Tertia minor 5:6

20 Intervalla componi dicuntur, cum rationes eorum componuntur, (+ sive cum logarithmi sibi adduntur +) auferri a sese cum rationes auferuntur (+ hoc est cum quaeritur Ratio rationis, seu cum logarithmus subtrahitur a logarithmo +) et differentiae intervallorum dicuntur esse eorum intervalla. Ita intervallum octavae et quintae est

1 *fini | est gestr. | unisonum, L 7 et erg. Hrsg. nach Vorlage 17f. 5:6 (1)* (+ Ex harum consonantiarum intervallis (2) Intervalla L 21-S. 161.4 intervalla. (1) Ita intervallum octavae et quintae est quarta (2) Interv. oct. et quint. est quarta, intervallum oct. et quart. est quinta, quint. et 3t. maj. est 3tia minor, (3) Ita intervallum [...] est quarta (a), quintae et | tertiae majoris est (tertia) erg. | mi(nor) (b) et (c). Intervallum quintae [...] minor 24:25 L

1 *Phthongus [...] unisonum:* J. JUNGIUS, *Harmonica* [hrsg. v. J. VAGETIUS, Hamburg 1678], n. 1. Der unpaginierte Druck ist in der Regel gebunden an: DERS., *Praecipuae opiniones physicae ... ex recensione et distinctione M. Fogelii* [hrsg. v. J. VAGETIUS], Hamburg 1679. 2 Per [...] Uniformem: JUNGIUS, *Harmonica*, n. 3. 3f. *Intervallum [...] gravitatem:* a.a.O., n. 3. Zitat mit Auslassungen. 5f. *Soni [...] (inconcinna):* a.a.O., n. 8f. u. 5f. 7–10 *Experientia [...] distant:* a.a.O., n. 12–14. Zitat mit Auslassungen. 11f. *Hypothesis [...] sonorum:* a.a.O., n. 15. Zitat mit Auslassung. Gemeint ist hierbei eine umgekehrte Proportionalität, wie die unmittelbar vorausgehende „Erfahrung“ deutlich macht. 13–15 *Monochordum [...] mobile:* a.a.O., n. 16f. Zitat mit Auslassungen. 16f. *Octava [...] 5:6:* a.a.O., n. 18–22. 21-S. 161.1 *Ita [...] quarta:* a.a.O., n. 27.

quarta. Intervallum quintae et quartae est Tonus major, $2:3::3:4$ est $8:9$. Quartae et tertiae minoris est Tonus minor, $3:4::5:6$ est $9:10$. Quartae et tertiae majoris est semitonium naturale $15:16$ (+ tertiae majoris et minoris intervallum est apotome minor $24:25$ [+].) Hinc componendo vicissim, et semitonium ac tonos sumendo tanquam elementa, Tertia minor est sesquitonus naturalis, seu componitur ex semitonio et 5 tono majore; Tertia major est ditonus naturalis seu componitur ex tono minore et majore; quarta ex semitonio et ditono; quinta ex sesquitono et ditono; Octava ex quarta et quinta. Vel aliter enuntiando: ex semitonio et tono majore sesquitonus seu tertia minor; ex tono minore et majore, ditonus seu tertia major; ex semitonio, tono minore et tono majore, quarta; ex semitonio, tono minore, duobus majoribus, quinta; ex duobus 10 semitonii, duobus tonis minoribus, et tribus tonis majoribus Octava.

Dixi semitonium naturale, (ac proinde sesquitonus naturalis, ditonus naturalis) quia licet revera semitonium non sit dimidius tonus, (qui deberet esse intervallum sonorum, quorum ratio esset subduplicata seu dimidi logarithmi, rationis sonorum quorum intervallum est tonus) tamen cum [sumatur] pro eo concinnitatis causa, et quia natura in 15 ipsum canendo ferimur, pro dimidio tono substituitur. Quidam sesquiditonum vocant semiditonum, sed non apte.

(+ Patet et plura adhuc intervalla vacua manere, ita nondum componitur semitonium cum tono minore, fit enim $27:32$ quod est paulo inconcinnius. +) Sexta major

5f. componitur ex (1) majore tono et (2) semitonio et tono majore; L 7 quarta ex (1) ditono (2) semitonio (3) semitonio et ditono; L 8 quinta. (1) Seu ex (2) Vel aliter enuntiando: ex L 13f. tonus, (1) (a) tonus (b) ratio (2) (qui deberet [...] quorum ratio L 15 sumatur erg. Hrsg. 16 canendo (1) feritur[!] (2) ferimur, L 16f. Quidam sesquiditonum [...] non apte. erg. L 19 enim (1) $24:25$ (2) $27:32$ quod est paulo inconcinnius | est Apotome m erg. u. gestr. | . L 19–S. 162.3 +) (1) (+ Nomina, octavae, quintae etc. forte ex ordine apud veteres, de quo inquirendum: an sic octava $1:2$, [septima quid? quaerendum.] (Sexta major $3:5$, minor $5:8$) quinta $2:3$, quarta $3:4$, tertia major $4:5$, minor $5:6$, [secunda quid? quaerendum an 6:7 secunda major, 7:8 minor.] Prima sive Tonus major $8:9$, minor $9:10$.+) (2) Sexta major [...] sextam minorem. L

1 Intervallum [...] $8:9$: a.a.O., n. 30. 1f. Quartae [...] $9:10$: a.a.O., n. 31. 2f. Quartae [...] $15:16$: a.a.O., n. 32. 5f. Tertia [...] majore: a.a.O., n. 34. 6f. Tertia [...] majore: a.a.O., n. 33. 7 quarta [...] ditono: a.a.O., n. 35. 7 quinta [...] ditono: a.a.O., n. 37. 7f. Octava [...] quinta: a.a.O., n. 40. 9f. ex semitonio [...] quarta: a.a.O., n. 36. 10 ex semitonio [...] quinta: a.a.O., n. 38. 16f. Quidam [...] semiditonum: Die Bezeichnung *sesquiditonus* kommt in einer Liste der Intervallen bei M. MERSENNE, *Harmonicorum libri XII*, liber III de instrumentis harmonicis, prop. 22 (Paris 1648, S. 131) vor. 19–S. 162.1 Sexta [...] $3:5$: JUNGIUS, *Harmonica*, n. 107 und n. 110.

(intervallum octavae et tertiae minoris) 3 : 5. Sexta minor (intervallum octavae et tertiae majoris) 5 : 8. Ambae consonae. Quarta et 3tia minor additae faciunt sextam minorem.

Hypothesis. Toni eodem durare intervallo judicantur, quorum eadem est proportio.

5 Si soni unius intervalli sint graviores sonis alterius intervalli respondentibus, acutior-rem ([graviorem]) unius cum acutiore (graviore) alterius comparando, intervallum illud dicitur intervallo hoc inferius.

10 *Intervallum ex intervallis componi dicitur, si idem sonus sit acutior inferioris et gravior superioris intervalli (+ imo et aliter, ut si Tonum majorem et semitonium componas, quod facit sesquitonum. +)*

Hypothesis. Intervalla superparticularis proportionis magis habentur concinna quam superpartientis, sunt enim consonis intervallis magis cognata (+ seu citius pervenitur ad mensuram communem +).

15 Quoniam intervallum ex duobus semitonii naturalibus compositum majus est to-no majore, (ideoque et minore), hinc excessus toni super semitonium [naturale] dicitur Apotome, quae utique minor est semitonio naturali. Unde et hoc dicitur semitonium majus, at Apotome dicitur semitonium minus. Est autem Apotome ma-jor excessus Toni majoris, supra semitonium naturale; Apotome minor vero est ex-

4 durare (1) dicuntur (2) intervallo judicantur, L 5f. acutiores (1) cum ac (2) (graviorem)
 (3) unius cum acutiore (4) (gratiore) (5) (| gratiorem ändert Hrsg. |) unius cum acutiore (graviore) L
 8 intervallis (1) componitur, (2) componi dicitur, L 8 sit (1) gravior (2) acutior L
 14 duobus (1) tonis (2) semitonii | naturalibus erg. | compositum L 15f. semitonium | (qui idem
 est cum intervallo tertiae majoris et minoris) erg. u. gestr. | naturale erg. Hrsg. nach Vorlage | dicitur L
 17f. autem Apotome (1) vel major excessus toni ma (2) major (a) vel (b) vel minor (c) excessus L
 18 Toni (1) majoris (2) minoris (3) majoris, L

1f. Sexta [...] 5:8: a.a.O., n. 106 und n. 109.

2 Ambae consonae: a.a.O., n. 108.

4 Hypothesis [...] proportio: a.a.O., n. 58. Zitat mit Auslassung. 5–7 Si soni [...] inferius:

a.a.O., n. 59. 8f. *Intervallum [...] intervalli: a.a.O., n. 60.* 11f. Hypothesis [...] cognata: a.a.O., n. 70f. Zitat mit Auslassungen. 12f. (+ seu [...] communem +): Offenbar Anspielung auf die Koinzidenztheorie. Vgl. N. 12₁, S. 97.1–5; N. 12₃, S. 134.14–17. 14–S. 163.11 Quoniam [...] contra:

Mithilfe arithmetischer Brüche können Intervalle in zwei entgegengesetzten Arten dargestellt werden: entweder (nach der herkömmlich-pythagoreischen, auf Saitenlängen beruhenden Methode) *auf-steigend*, d.h. mithilfe echter Brüche, bei denen der Zähler kleiner als der Nenner ist; oder umgekehrt (nach der in der Frühneuzeit entstandenen, auf Frequenzen beruhenden Methode) *absteigend*, d.h. mithilfe unechter Brüche. In dieser Passage sowie auch später im Text wechselt Leibniz unvermittelt von einer Darstellungsweise zur anderen. 14f. *intervalum [...] majore: JUNGUS, Harmonica, n. 72.* 15 (ideoque et minore): a.a.O., n. 73. 15f. *excessus [...] Apotome: a.a.O., n. 76.* 16f. *hoc [...] majus: a.a.O., n. 75.* 17 *Apotome [...] minus: a.a.O., n. 79.*

17–S. 163.2 *Est [...] minoris: a.a.O., n. 77f.*

cessus Toni minoris super semitonium, quae idem est cum intervallo tertiae majoris et minoris. Apotome Minor est 24 : 25. Major est 128 : 135, unde Minor est concinnior. (+ Deberet ergo semitonium naturale dici maximum, Apotome major, medium, minor, minimum. +)

Notandum quod ex calculo facile demonstrari potero *sex tonos majores octavam excedere, tres ditonos naturales octavam non attingere*, multo minus ergo sex toni minores octavam explebunt. *Tria semitonia naturalia seu majora sesquitonum excedunt.* (+ Tres [Apotomae] minores sesquitonum non explet, $25^3 : 24^3$ aeq. 15625 : 13824 quod est $1\frac{1}{7 + \frac{1217}{1861}}$ adeoque minus quam $6 : 5$ seu $1\frac{1}{5}$. Possunt et addi inter se apotome major[,]

minor [et] semitonium naturale; item duae [apotomae] majores cum semitonio, vel duae apotomae minores cum semitonio, vel duae apotomae minores et una major, vel contra. Sed haec calculo persequi nunc non vacat. Adhibitis logarithmis, vel linea logarithmice divisa minor erit labor. +)

(+ Notandum ex consonantiarum primariarum intervallis, quomodo caetera deriventur: primo intervalla inter proximas: inter oct. et quint. est quarta, inter quint. et quart. est tonus major, inter quart. et tert. maj. est semiton. inter tert. maj. et 3t. minorem intervallum est Apotome minor. NB. Deinde intervalla per unum sal-

4 *Am Rand, umkreist:* Nonnullis Apotome dicitur semitonium chromaticum, qui busve Mutum. Vid. infra.^[a]

^[a] infra: S. 165.15–17.

1f. Toni (1) majoris (2) minoris | super semitonium [...] et minoris erg. | . L 3f. (+ Deberet ergo [...] minor, minimum. +) erg. L 5 potero |) streicht Hrsg. | sex L 7 octavam | non gestr. | explebunt. L 7 seu majora erg. L 8 Apotome L ändert Hrsg. 8 explet (1) $24^3 : 25^3$ aeq. 13824 : 15625 (2) $25^3 : 24^3$ aeq. 15625 : 13824 L 9 quam (1) 6 : 5 seu (2) 6 : 5 (3) 6 : 5 seu $1 + 1\frac{1}{5}$ (4) 6 : 5 seu $1\frac{1}{5}$. L 9f. inter se (1) duae apotomae et unum (2) apotome major minor | et erg. Hrsg. | semitonium naturale; (a) et quidem duae apotomae vel similes (b) item duae | apotome ändert Hrsg. | majores cum semitonio, vel duae L 14f. deriventur: (1) octava (2) intervallum oct. et quint. est (3) primus (4) primo intervalla inter proximas: (a) oct. et quint. (b) inter oct. et quint. est quarta, L 16–S. 164.1 semiton. (1) Per saltum (2) inter tert. [...] intervalla per | unum erg. | saltum: L

2 Apotome [...] concinnior: a.a.O., n. 81–83.

5f. *sex [...] excedere:* a.a.O., n. 84.

6 *tres [...] attingere:* a.a.O., n. 87. 6f. multo [...] explebunt: a.a.O., n. 85. 7 *Tria [...] excedunt:* a.a.O., n. 88. 12f. linea logarithmice divisa: Damit ist wohl dasselbe wie die *linea musica* gemeint, von der unten die Rede ist (S. 165.7; 167.11–13).

tum: inter oct. et quartam est quinta, inter quint. et tert. maj. est tertia minor, inter quart. et 3t. minor. est tonus minor. At intervalla per duplicem saltum erunt inter oct. et tert. maj. est sexta minor; inter quint. et 3t. min. est tertia major. Denique intervallum per triplicem saltum est non nisi unicum inter oct. et tert. minorem, quod est sexta major. Atque ita ex quatuor consonantiis primariis invicem subtractis, secundum omnes combinationes possibles, nihil aliud quam sextam majorem, sextam minorem, tonum majorem, tonum minorem, semitonium naturale, et apotomen minorem habemus. Quae omnia intervalla satis concinna sunt. +)

Comma est intervallum inter Tonum majorem et minorem, 80 : 81.

10 *Experientia. Comma est intervallum sensile. Utraque Sexta est intervallum consonum. Quartula est quarta pars commatis*, seu ratio in qua consistit est subquadruplicata rationis in qua consistit comma.

Tonus medius est qui tantum distat a majore quantum a minore, (nempe ab utroque duobus quartulis,) adeoque est dimidius ditonus. (+ Posset dici Tonus reformatus. +)

15 *Semitonium reformatum componitur ex semitonio naturali et quartula.* (+ Cur non potius est [semitonium medium]. +) *Apotome reformata seu semitonium chromaticum reformatum est [intervallum] quod cum semitonio reformato componit tonum Medium.* Sesquitonus reformatus fit ex tono medio (seu reformato) et semitonio reformato. Quarta reformata fit ex ditono et semitonio reformato; *quinta reformata*

3 sexta (1) major; (2) minor; L 3 quint. et (1) 4t. (2) 3t. L 3f. tertia major (1), inter (2). Interva (3). Denique intervallum L 4f. sexta (1) minor. (2) major. L 8f. sunt. +) (1) *Comma* denique est intervallum quo tonus major excedit (2) *Comma* est [...] majorem et minorem, L 10 intervallum erg. L 14f. (+ Posset dici Tonus reformatus. +) erg. L 16f. (+ Cur non potius est | semitonius medius ändert Hrsg. | . +) erg. L 18 reformatum (1) componitur ex (2) est | intervallum erg. Hrsg. nach Vorlage | quod cum semitonio reformato componit L 19 Medium. | Ditonus legitimus dicitur qui aequatur duobus tonis mediis. gestr. | Sesquitonus L

9 *Comma* [...] minorem: JUNGIUS, *Harmonica*, n. 117. 10 *Experientia* [...] *sensile*: a.a.O., n. 132. Zitat mit Auslassung. 10f. *Utraque* [...] *consonum*: a.a.O., n. 108. 11 *Quartula* [...] *commatis*: a.a.O., n. 118. 13f. *Tonus* [...] *quartulis*: a.a.O., n. 119–121. 16 *Semitonium* [...] *quartula*: a.a.O., n. 122. Zitat mit Auslassungen. 17–19 *Apotome* [...] *Medium*: a.a.O., n. 123f. Zitat mit Auslassungen. 19f. *Sesquitonus* [...] *reformato*: a.a.O., n. 125. 20 *Quarta* [...] *reformato*: a.a.O., n. 126. 20–S. 165.1 *quinta* [...] *reformato*: a.a.O., n. 127. Zitat mit Auslassungen.

ex tribus tonis mediis et semitonio reformato vel ex ditono et semitonio reform. Ex his sesquitonus reformatus quartula deficit a sesquitono legitimo (+ calculare hinc licebit quis ille; an ipsa tertia minor? [+]) *Quarta reformata legitimam superat quartula; quinta reformata a legitima deficit quartula. Octava ex quarta et quinta reformatis aequatur octavae legitimae* (+ seu octava reformata et legitima seu communis sunt una eademque. +) *Sexta major cum sesquitono reformato octavam componens abundat quartula.* (+ Alios usus reformatarum notavi in schedula de linea Musica. +)

Limma (*quasi residuum*) est excessus Quartae super duos tonos maiores, estque [243 : 256.] Olim habitum est pro semitonio naturali et dictum est semitonium minus. (+ Cadit inter Apotomen majorem et minorem. [+])

Tritonus intervallum quod tres continet tonos, major maiores, minor minores.

Semitonium naturale interdum ponitur pro tono, eoque casu dicitur semitonium extraordinarium vel etiam fictum, ita *quinta vulgaris imperfecta sive deficiens constat duobus tonis et duobus semitoniiis*, cum tamen vera quinta componatur ex ditono, tono majore et semitonio. Hinc *semitonium* istud *extraordinarium parit necessario Apotomen* (seu intervallum semitonii et toni) *quae aliis chromaticum aliis mutum semitonium dicitur. Semitonium extraordinarium prodest Tritono mutando in legitimam*

5 Über der Zeile, zwischen seu und octava: NB

1 *tonis* (1) majoribus et mediis (2) *mediis et semitonio reformato* L 1 vel ex ditono et semitonio reform. erg. L 3f. *quinta* (1) legitima (2) *reformata a legitima* L 7 reformatarum (1) de (2) notavi in schedula de L 8 Limma (1) est (2) (*quasi residuum*) est L 8 excessus (1) Quartulae inter duos (2) *Quartae super duos* L 9 243:246 L ändert Hrsg. nach Vorlage 11 tonos, (1) majus (2) major maiores (a) minus (b) minor minores. L 16 seu (1) differt (2) intervallum L

3 *Quarta [...] quartula*: a.a.O., n. 137. Zitat mit Auslassung. 3f. *quinta [...] quartula*: a.a.O., n. 138. Zitat mit Auslassung. 4f. *Octava [...] legitimae*: a.a.O., n. 139. Zitat mit Auslassung.

6 *Sexta [...] quartula*: a.a.O., n. 140. 7 de linea Musica: Keine *schedula* mit dieser Überschrift ist ermittelt worden. Allerdings dürfte es sich hierbei sowie bei der *linea logarithmice divisa* (S. 163.12–13) um eine systematische Darstellung der Strukturintervalle, wie sie im Kern in LBr 390 Bl. 81 r° anzutreffen ist. 8f. *Limma [...] semitonium minus*: JUNGIUS, *Harmonica*, n. 113–115. Zitate mit Auslassungen. 9 *Olim [...] minus*: In der pythagoreischen Skala. Siehe a.a.O., n. 158–163 (*scala diatonica vetus*). 11 *Tritonus [...] minores*: a.a.O., n. 93–95.

12f. *Semitonium [...] fictum*: a.a.O., n. 89 f. 13–15 *quinta [...] semitonio*: a.a.O., n. 96 f. Zitat mit Auslassungen. 15–17 *semitonium [...] dicitur*: a.a.O., n. 98–100. 16f. *quae [...] dicitur*: Quelle nicht nachgewiesen. 17–S. 166.2 *Semitonium [...] restituendae*: JUNGIUS, *Harmonica*, n. 101 f.

quartam (+ si scilicet opinor in tritono pro tono substituas semitonium [+]) et vulgari deficienti quintae in legitimam restituendae (+ non satis appetet +).

Octo commata tonum minorem non expletent, novem commata minorem excedunt, majorem non complent, decem commata tonum majorem excedunt. (+ Semicomma erit 9 : 4 $\sqrt{5}$. Habet ergo connexionem cum sectione divina dicta, extremae et mediae rationis. Nam si $a+b : a :: a : b$, fit $aa = ab + bb$ seu $aa + \frac{1}{4}ab = aa$ aeq. Q. Ergo erit $\frac{1}{2}a\sqrt{5} = ab$ aeq. $b + \frac{1}{2}a$, seu $\frac{1}{2}a\sqrt{5} - 1 = ab$ aeq. b , seu $a : b :: 2 : \sqrt{5} - 1$, seu $\sqrt{5} + 1 : 2 :: a + b : a$. Si 9 : 8, et 2 : $\sqrt{5}$ in se ducantur, fit semicomma. Jam 2 : $\sqrt{5}$ est ut $a : b + \frac{1}{2}a$. Itaque si recta secetur extrema et media ratione, atque inde auferatur dimidium segmenti majoris (nempe $\frac{1}{2}a$, ut restet $\frac{1}{2}a + b$) residuique ratio ad segmentum medii auferatur a ratione in qua consistit tonus major 9 : 8 :: $\sqrt{5}$: 2, habebitur semicomma 9 : 4 $\sqrt{5}$. Quod si liceat assumere semicomma pro minima mensura, fient 19 semicommata aequalia tono quasi medio, $9\frac{1}{2}$ quasi semitonio; ex quibus caetera componentur. Quartula erit $2\sqrt[4]{5} : 3$. Tonus medius est dimidius ditonus, sive 2 : $\sqrt[2]{5}$. Semitonium rigorosum foret $\sqrt[2]{2} : \sqrt[4]{5}$, dimidius scilicet tonus medius. Semitonium reformatum est $\overline{15 : 16} \cdot \overline{2\sqrt[4]{5} : 3}$ seu $5\sqrt[4]{5} : 8$. Apotome reformata est $16 : 5\sqrt[2]{5}\sqrt[4]{5}$. Unde patet has reformationes satis esse perplexas.

2 Am Rand: §

4f. *excedunt* (1) . (+ Etiam Comma posset sumi pro minima mensura, faciendo Tonum 9 (2) et (3) . 9 : 8 :: 10 : 9 est 81 : 80. (a) Ut inveniatur quot num (b) $81 : 80^v$ aeq. 9 : 8. $81 : 80^\omega$ aeq. 10 : 9. fiet: $\sqrt[9]{9} : 8$ aeq. $\sqrt[8]{10 : 9}$ (4) . (+ Semicomma erit 9 : 4 $\sqrt{5}$. L 6f. erit (1) a aeq. $b + \frac{1}{2}$ (2) $\frac{1}{2}a\sqrt{5}$ aeq. $b + \frac{1}{2}a$, L 8f. Itaque si (1) tonus major comparetur (2) recta secetur L 11 major erg. L 12 mensura, (1) fiet (2) fient L 12f. tono (1) majori (2) minori (3) | quasi erg. | medio, $9\frac{1}{2}$ (a) semitonio (b) quasi semitonio; L 13f. erit (1) 3 : $2\sqrt[4]{5}$ (2) $2\sqrt[4]{5} : 3$. (a) Cum (b) Tonus medius (aa) vel semiditonius (bb) est dimidius ditonus, L

3f. *Octo [...] excedunt*: a.a.O., n. 216–218. Zitat mit Auslassung. Auch hier gelten die angegebenen Verhältnisse nur insofern, als die betreffenden Intervalle *absteigend* dargestellt werden. Siehe hierüber die Erläuterung zu S. 162.14–163.11. 4 (+ Semicomma: Die Klammer bleibt im Text offen. 6 Q:

Hier wird ein q-artiges Zeichen verwendet, das folgenden Ausdruck ersetzt: $b^2 + ab + \frac{1}{4}a^2$ bzw. $(b + \frac{1}{2}a)^2$.

14 $\sqrt[2]{2} : \sqrt[4]{5}$: Vom aufsteigenden Mittelton $\frac{2}{\sqrt{5}}$ ausgehend, ist der richtige Wert $\frac{\sqrt[4]{5}}{\sqrt{2}}$.

Si logarithmis utamur, logarithmus 1 seu unisoni est 0. Octavae est 0.30103. Sextae ma: 0.22185. Sext. min. 0.20412. Quintae est 0.17609. Quartae, 0.12494. Tertiae majoris seu ditoni 0.09691. Tertiae minoris seu sesquitoni 0.07924. Toni majoris 0.05115. Toni minoris 0.04575. Semitonii naturalis 0.02803. Commatis: 0.00539. Semicommatis 0.00269. Quartulae 0.00134. Toni medii 0.04845. Semitonii rigorosi 0.02422. Semitonii 0.02937. 5 Apotomae reformatae 0.01908. Sesquitoni [seu] 3. minor. reformati 0.07582. Quartae reformatae 0.12628. Quintae reformatae 0.17472. Videamus an quarta et quinta reformatae a legitimis distent quartula, quae fuit proba calculi: $0.17609 - 0.17472 = 0.00137$. $0.12628 - 0.12494 = 0.00134$. Verum est ergo. Apotome major 0.02312. Minor 0.01772. Limma, 0.02264 ([+] Limma circiter dimidius tonus minor +) [27 v°] 10

Hinc possumus lineam Musicam parare, metientem intervalla sonorum, dissimulatis logarithmis divisam, cuius ope facile omnis generis systemata componentur. Ea minimum dividenda erit in partes 3010.

1 logarithmus (1) 1 est 0, (2) 1 seu unisoni est 0. L 1f. Sextae ma: 0.22185. Sext. min. 0.20412. erg. L 3 seu ditoni erg. L 3 seu sesquitoni erg. L 3 0.07924. (1) Sextae majoris (2) Toni majoris L 4 Commatis: (1) 0.00540. (2) 0.00539. L 4 Semicommatis (1) 0.00270. (2) 0.00269. L 5 Quartulae (1) 0.00154. (2) 0.00135. (3) 0.00134. (a) Semitonii reform (b) Toni medii L 6 seu erg. Hrsg. 6 3. minor. erg. L 7 0.17472. (1) quarta et qu (2) Videamus an quarta et quinta L 8 quartula, (1) quae fuit proba calculi: (2) ut supra asserebatur: (3) quae fuit proba calculi: L 8f. 0.17472 aeq. (1) 0.0137 (2) 0.00137. (a) 0.12494 – 0.12628 aeq. 66 (b) 0.12628 – 0.12494 aeq. | – 0.00134. ändert Hrsg. | Verum L 11 sonorum, (1) ubi (2) dissimulatis L 13 partes (1) 310 (2) 3010. L

3 0.07924: Der richtige Wert ist $\log 6 - \log 5 = 0.07918$. 4 0.04575: Der richtige Wert ist $\log 10 - \log 9 = 0.04576$. 4 0.00539: Der richtige Wert ist $\log 81 - \log 80 = 0.00540$. 4 0.00269: Der richtige Wert ist $\frac{\log 81 - \log 80}{2} = 0.00270$. 5 0.00134: Der richtige Wert ist $\frac{\log 81 - \log 80}{4} = 0.00135$.

6 0.07582: Der richtige Wert ist $0.04845 + 0.02937 = 0.07782$. 11–13 Hinc [...] 3010: Siehe über die *linea musica* als Methode zur Darstellung der Strukturintervalle die Erläuterung zu S. 165.7 sowie LBr 390, Bl. 81 r°.

[Am unteren rechten Rand von Bl. 27 r^o :]

15	1.17609
16	1.20412
log 1	0.00000
5	0.30103
3	0.47712
4	0.60206
5	0.69897
6	0.77815
10	0.84509
8	0.90309
9	0.95424
10	1.00000
11	1.04139
15	1.07918
80	1.90309
81	1.90948

17 1.90948: Der richtige Wert für $\log 81$ ist 1.90849.

14. DEMONSTRATIONES DE RESISTENTIA SOLIDORUM

[Ende Januar 1683 – erste Hälfte Juli 1684; erste Hälfte 1693]

In seinem Brief an Leibniz vom 28. April 1678 kündigte E. Mariotte an, das Verhältnis von Bruchfestigkeit und Zugfestigkeit der Balken, wie Galilei es bestimmt habe, entspreche nicht den Ergebnissen empirischer Messungen: Im Vergleich zur Bruchfestigkeit sei die Zugfestigkeit zweimal so groß wie vom italienischen Naturforscher behauptet. Grund für Galileis Fehleinschätzung sei, so Mariotte, die unhaltbare Annahme gewesen, dass ein Balken sich wie ein vollkommen starrer Körper verhalte, der beim Zug sowie beim Bruch auf einmal reife, wohingegen er sich in beiden Fällen zunächst dehnen bzw. biegen müsse (*LSB III, 2 N. 163, S. 405.11–406.8*; vgl. G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 114f.; *GO VIII, S. 156f.*). In seiner Ausführung lieferte Mariotte allerdings ein missverständliches numerisches Beispiel, welches vielmehr Galileis Einschätzung wiedergab, dass die Zugfestigkeit eines Balkens sich zur Bruchfestigkeit so verhalte wie die Länge zur *Hälfte* der Dicke.

Obgleich Leibniz nichts auf Mariottes Mitteilung erwidert zu haben scheint (seine Antwort ist aber verschollen), dürfte er in den folgenden Monaten eigene Überlegungen zu dieser Thematik angestellt haben. Das kann man seiner Aufzeichnung LH XXXV 9, 5 Bl. 2 entnehmen, die sich mit Galileis Ansichten über die Festigkeit der Balken befasst und anhand ihres Trägers auf den Sommer 1678 datierbar ist. (Es ist nicht zwingend, diese Aufzeichnung als unmittelbares Konzept des Briefes an Mariotte von Ende 15 Juli/Anfang August 1682 anzusehen, wie die Editoren von *LSB III, 3 N. 380* vorschlagen.) Mit dieser Thematik hatte sich Leibniz zudem bereits in Paris auseinandergesetzt (siehe *LSB VIII, 2 N. 19* bis N. 26 und VI, 3 N. 11), weshalb Mariottes kritische Bemerkungen ihn nicht unvorbereitet trafen.

Mariotte wiederholte seine Kritik an Galilei in einem weiteren Schreiben an Leibniz vom 20. Juli 1682. Dort hielt er ausdrücklich fest, dass bei Balken die Zugfestigkeit sich so zur Bruchfestigkeit verhalte wie die Länge zu einem *Viertel* der Dicke (*LSB III, 3 N. 376, S. 670.14–20*). In seiner Antwort von Ende Juli/Anfang August 1682 räumte Leibniz freilich ein, weder Mariottes Argument richtig verstanden zu haben noch derzeit (infolge laufender Bauarbeiten in der Hannoveraner Hofbibliothek) imstande zu sein, ein Exemplar der *Discorsi* zu Rate zu ziehen; unter der Annahme undehnbarer bzw. unbiegamer Balken, wie Mariotte sie Galilei zuschreibe, lasse sich jedoch feststellen, dass Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit sich so zueinander verhielten wie die Länge und die *Hälfte* der Dicke. Leibniz bemerkte überdies, diese *hypothèse de la rupture uniforme* treffe wohl auf den Fall zu, dass zwei harte und glatte, aneinander haftende Platten voneinander abgetrennt werden sollten; ob sich aus Mariottes *hypothèse des fibres extensibles* ein anderes Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit ergebe, habe er noch nicht zu prüfen vermocht (*LSB III, 3 N. 380, S. 678.25–680.9*; vgl. zudem S. 681.6–20).

Diese von Verständigungsschwierigkeiten behaftete Kontroverse setzte sich im weiteren Briefwechsel der beiden Gelehrten fort. Am 31. August 1682 erwiderete Mariotte, Leibnizens Überlegung bestätige doch nicht Galileis Ansicht, sondern seine eigene, dass die Balken sich wie dehnbare Körper verhielten (*LSB III, 3 N. 394, S. 705.11–19*). Leibniz antwortete Mitte September aus dem Harz mit der Sendung einer *Demonstratio regulae meae de resistentia solidorum ex Hypothesi rupturae uniformis*, welche zeigen sollte, dass Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit eines prismatischen Balkens sich zueinander so verhielten wie die Länge und die Höhe des Schwerpunktes (*LSB III, 3 N. 400, bes. S. 713.20–24*). Dieses allgemeine Theorem bestätigte offenbar Galileis Ansicht. Mariottes Entgegnung am 25. Januar 1683 lag eine kleine Abhandlung bei: seine *Dissertation sur la resistance des solides pour faire voir que Galilée n'a pas bien expliqué la resistance des solides fichés perpendiculairement dans un mur quand on les tire de travers.* Dort bekräftigte er die These, dass Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit eines Balkens sich zueinander wie

die Länge zu einem *Viertel* der Dicke verhielten. Ferner ging Mariotte in seiner Abhandlung auf das seiner Berechnung zugrundeliegende physikalische Modell der Festigkeit und auf dessen Grundannahmen ein: etwa, dass die Dehnung elastischer Körper in direktem Verhältnis zur angewandten Spannkraft stehe (*LSB* III, 3 N. 437, bes. S. 772.18 und 774.15–17).

5 Mariottes *Dissertation* dürfte Leibniz dazu veranlasst haben, eine eigene umfassende Untersuchung zum Verhältnis von Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit anzustellen, deren Ergebnisse sich schließlich sowohl von denen Galileis wie auch von denjenigen Mariottes unterscheiden sollten. Zwischen Ende Januar, als er Mariottes Brief fruestens empfang, und Ende April 1683, als er seine Antwort an Mariotte spätestens anfertigte, verfasste er einige Entwürfe, die wichtige Beiträge zu seiner Festigkeits- und Elastizitätslehre 10 darstellen.

Als erster entstand wahrscheinlich der Entwurf N. 14₁, der in seiner französischen Überschrift *De la resistance des solides* noch Spuren einer Auseinandersetzung mit Mariottes *Dissertation* aufweisen dürfte (der Text ist sonst lateinisch verfasst). Leibniz trägt dort beiden aus der Kontroverse mit Mariotte hervorgegangenen „Hypothesen“ Rechnung: *vel enim corpus trabis solidae consideramus tanquam rigidum, vel tanquam tensile* (N. 14₁, S. 176.13–15). Im Hinblick auf die erste Hypothese bestätigt er zunächst das Ergebnis, das er bereits Mitte September 1682 an Mariotte mitgeteilt hatte: Im Fall eines starren Balkens verhielten sich Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit zueinander wie die Länge zur Höhe des Schwerpunktes (N. 14₁, S. 178.1–179.5). Zum Nachweis bezieht er sich auf das Modell der aneinander haftenden harten Platten, über das er bereits Ende Juli/Anfang August 1682 an Mariotte geschrieben 20 hatte (N. 14₁, S. 176.16–177.4). Im zweiten Teil des Entwurfs geht Leibniz auf die alternative „Hypothese“ eines biegsamen Balkens ein und kommt zu dem Ergebnis, dass in diesem Fall die Zugfestigkeit sich zur Bruchfestigkeit so verhalte wie die Länge zu einem *Drittel* der Dicke (d.h., bei einem Balken mit gleicher Höhe wie Länge sei die Bruchfestigkeit ein Drittel der Zugfestigkeit; N. 14₁, S. 184.9–186.10). Schließlich untersucht Leibniz unter Berücksichtigung beider „Hypothesen“ die von Galilei aufgeworfene 25 und von Mariotte vernachlässigte Frage nach der Gestalt eines einseitig gestützten Balkens, der in jedem Punkt seiner Länge den gleichen Bruchwiderstand aufweist. Aus dieser besonderen Untersuchung, der sich Leibniz bereits in Paris gewidmet hatte (*LSB* VIII, 2 N. 22), ergibt sich vorerst, dass im Fall eines starren Balkens die gesuchte Gestalt (Längsschnitt), wie von Galilei behauptet, ein parabolisches Dreieck sei, im Fall eines biegsamen Balkens hingegen ein gewöhnliches rechtwinkliges Dreieck (N. 14₁, S. 179.6–182.2; S. 186.11–187.3; siehe G. GALILEI, *Discorsi*, S. 138–141; *GO* VIII, S. 178–181).

Offenbar zur gleichen Zeit verfasste Leibniz wohl auch den Entwurf N. 14₂ *De firmitate corporum*, welcher wohl einer ausführlichen und systematischen Darstellung der in N. 14₁ entwurfartig ausgeführten Untersuchung dienen sollte. Der neue Entwurf behandelt allerdings nur die erste „Hypothese“ – die Annahme eines unbiegsamen Balkens – und bricht abrupt beim Übergang zur zweiten ab, *qua ponimus corpus antequam frangatur aut rumpatur flecti aut tendi* (N. 14₂, S. 203.10–11). Dass N. 14₂ von N. 14₁ abhängt, ist vornehmlich an der Beantwortung der bereits erwähnten Frage nach der Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens erkennbar: In N. 14₂ (S. 202.10–14 und gestr. Variante zu S. 203.8–9) wird unmittelbar die Lösung vorgeschlagen, die im früheren Entwurf erst nach etlichen gescheiterten Versuchen mit unterschiedlichen Ansätzen ermittelt worden ist (vgl. N. 14₁, S. 179.6–182.2; 30 186.11–187.3). Dass Leibniz jedoch, zumindest streckenweise, an beiden Texten parallel gearbeitet hat, zeigt ein Querverweis, bei dem N. 14₁ (S. 180.4) anscheinend auf N. 14₂ (S. 192.9–10) Bezug nimmt. (Leibniz könnte dort aber auch auf einen nicht überlieferten oder unbekannten älteren Text verweisen.) Für eine gleichzeitige Entstehung beider Entwürfe spricht auch, dass sämtliche Träger von N. 14₁ und N. 14₂ die gleiche Wasserzeichen einer Papiermühle aus dem Harz aufweisen.

Im Anschluss an N. 14₂ wurde aller Wahrscheinlichkeit nach der Entwurf N. 14₃ *Explicatio mechanica elastri* verfasst, welcher dem abbrechenden und gestrichenen Schlussteil von N. 14₂ auf ein und demselben Träger unmittelbar folgt. In dieser weiteren reichhaltigen Abhandlung skizziert Leibniz im Zusammenhang mit seiner Untersuchung über die Festigkeit und mit seinen früheren naturphilosophischen Überlegungen ein physikalisches Modell, das eine Erklärung des elastischen Verhaltens der Körper ermöglichen soll.

In die Entstehungszeit von N. 14₁ und N. 14₂ ist noch die skizzenhafte und titellose Aufzeichnung N. 14₄ zu verorten, der editorisch die Überschrift *Solidum ubique aequiresistens* zugewiesen wird. Dort behandelt Leibniz erneut die von Galilei stammende Frage nach der Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens, diesmal aber vereinzelt und ohne Rücksicht auf die Unterscheidung der genannten 10 zwei „Hypothesen“. Galileis Ansicht, dass die gesuchte Gestalt ein parabolisches Dreieck sei, wird in der Aufzeichnung bestätigt, indem nach analytischer Methode die Gleichung bestimmt wird, aus der sich für jeden Punkt der Balkenlänge ein konstantes Verhältnis zwischen Bruchwiderstand und Bruchkraft (Moment des ungestützten Balkenteils) ergibt. Als Ausdruck der Bruchkraft wird in N. 14₄ (S. 216.3), ebenso wie in N. 14₁ (S. 181.7) und N. 14₂ (S. 202.10–11), jeweils der gleiche Faktor $\int xy \, dx$ angegeben, 15 was wohl als Zeichen für eine gemeinsame Entstehung zu betrachten ist. Die skizzenhaften Diagramme [Fig. 4] bis [Fig. 7] am Ende von N. 14₄ lassen sich ferner als Entwürfe zu ähnlichen Diagrammen in N. 14₁ und vornehmlich N. 14₂ deuten (siehe die Erläuterungen auf S. 217). Die Aufzeichnung N. 14₄ entstand jedoch nicht vor den Entwürfen N. 14₁ und 14₂, sondern in der Mitte zwischen beiden, wie dies vornehmlich an einer besonderen Entwicklung der Untersuchung deutlich wird: Während in *De la 20 resistance des solides* der gleichmäßig widerstandsfähige Balken noch, wie bei Galilei, als *konvexes parabolisches Dreieck* dargestellt wird (vgl. N. 14₁, S. 179, [Fig. 5]), zeigt er sich in *De firmitate corporum* als *konkaves parabolisches Dreieck* (vgl. N. 14₂, S. 201, [Fig. 13]), d.h. mit derselben Gestalt, die er noch im späteren Aufsatz N. 14₆, *E^l* (S. 232, [Fig. 5e]) behalten wird. Die „Umwandlung“ von der einen zu der anderen Gestalt vollzog sich aber anscheinend zu der Zeit, als Leibniz die Aufzeichnung N. 14₄ 25 verfasste, wie die Entwicklung des Diagramms [Fig. 1] dort zeigt (siehe die Erläuterung hierzu, S. 215). Schließlich gilt es zu bemerken, dass Leibniz wieder Zugang zu einem Exemplar von Galileis *Discorsi* gehabt haben muss, als er N. 14₄ verfasste, wie die auf demselben Träger überlieferte Notiz N. 15 belegt.

Die Ergebnisse seiner umfangreichen Untersuchung zur Festigkeit der Balken teilte Leibniz an Mariotte zwischen März und April 1683 in einem wahrscheinlich aus Zellerfeld abgesendeten Brief mit 30 (*LSB* III, 3 N. 456). Vom Sommer 1682 bis zum Sommer 1684 hielt sich Leibniz nämlich zumeist im Harzgebiet auf, vorwiegend in Osterode, Clausthal oder Zellerfeld (vgl. *Chronik*, S. 68–73). In seinem Schreiben an Mariotte berichtet er an erster Stelle über seine Berechnung des Verhältnisses zwischen Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit: Im Fall eines biegsamen Balkens gleiche dieses Verhältnis dem der Länge zu einem Drittel der Dicke (*LSB* III, 3 N. 456, S. 794.2–795.7). Anders als in den Entwürfen 35 N. 14₁ und 14₂ widmet Leibniz jetzt der „Hypothese“ des unbiegsamen Balkens keine Aufmerksamkeit mehr. Dies kann als Zeichen dafür gedeutet werden, dass das Schreiben an Mariotte nach N. 14₁ und 14₂ entstand, da auch in der späteren Abhandlung N. 14₆ die beiden „Hypothesen“ nicht mehr als gleichwertig behandelt werden und nur Leibnizens (und Mariottes) Grundannahme in den Mittelpunkt rückt. Als Bestätigung kommt hinzu, dass im Brief an Mariotte die Frage nach der Gestalt des gleichmäßig 40 widerstandsfähigen *biegsamen* Balkens ausführlich besprochen und genauso wie in N. 14₁ beantwortet wird, während Galileis Fragestellung nur am Rande Erwähnung findet (*LSB* III, 3 N. 456, S. 796.9–32; vgl. N. 14₁, S. 186.11–187.3). Mit dem Entwurf N. 14₃ weist das Schreiben an Mariotte eine möglicherweise engere Verwandtschaft auf, die als Beleg für eine gemeinsame Entstehungszeit gedeutet werden könnte:

Die am Ende von N. 14₃ (S. 212.6–213.8) anzutreffende Ausführung über das Verhältnis zwischen Dehnung eines elastischen Körpers und angewandter Spannkraft wiederholt sich in nahezu gleicher Form im Brief von März/April 1683 (*LSB* III, 3 N. 456, S. 795.21–796.3).

Eine noch engere Verbindung mit diesem Brief weist die sonst von N. 14₂ unmittelbar abhängige Aufzeichnung N. 14₅ *De duabus tabulis planis divellendis* auf, in der Leibniz gesondert auf das schon erwähnte Modell der aneinander haftenden harten Platten eingeht und ein Gedankenexperiment zur Messung der für die Abtrennung der Platten notwendigen Kraft entwirft. Die Aufzeichnung N. 14₅ ist nämlich auf ein und denselben Träger verfasst wie das Teilkonzept L^1 des Briefes an Mariotte (vgl. *LSB* III, 3 N. 456, S. 793.16–20), weshalb es anzunehmen ist, dass auch N. 14₅ zwischen März und April 1683 abgefasst wurde. Ihre unmittelbare Abhängigkeit von *De firmitate corporum* ist indes daran zu erkennen, dass der Anfangsteil von N. 14₅ (S. 218.10–20) die Abschrift einer Passage von N. 14₂ (S. 188.15–189.8) darstellt.

Entweder noch zu der Zeit, als der Brief an Mariotte angefertigt wurde, oder erst in den folgenden Monaten begann Leibniz offenbar, an einer Veröffentlichung seiner Untersuchung über die Festigkeit der Balken zu arbeiten. Daraus ist zunächst das Konzept N. 14₆, L^1 entstanden, das die Überschrift *De resistentia solidorum* trägt. Diesen Text, der die Hintergründe der Untersuchung – vornehmlich die Auseinandersetzung mit Galilei und Mariotte – erörterte, hat Leibniz zunächst aufgegeben und zu einem späteren Zeitpunkt überarbeitet. In seiner ursprünglichen Fassung wies er noch enge Verwandtschaft mit dem Brief an Mariotte von März/April 1683 und mit den zugehörigen Vorarbeiten N. 14₁, 14₂ und 14₄ auf. Dies zeigt sich insbesondere in der Beantwortung der Frage nach der Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens: Ebenso wie in dem Brief und den früheren Entwürfen hält Leibniz im Konzept N. 14₆, L^1 noch fest, dass unter Annahme eines starren Balkens die gesuchte Gestalt ein parabolisches Dreieck sei, ein gewöhnliches rechtwinkliges Dreieck hingegen unter Annahme eines biegsamen Balkens (vgl. den textkritischen Apparat zu S. 223.4–224.1 und 226.1–3). Die ursprüngliche Fassung des Teilkonzepts N. 14₆, L^1 wurde demnach frühestens im März/April 1683 angefertigt und lag spätestens zu der Zeit vor, als die weitere Teilkonzept N. 14₆, L^2 , das auf L^1 beruht, verfasst wurde (siehe unten).

Von der Entstehungszeit des Konzepts N. 14₆, L^1 hängt diejenige des Entwurfes N. 14₇ ab, welcher ursprünglich den Text von L^1 auf ein und denselben Träger unmittelbar fortsetzte. Der neue Text war allerdings abweichenden Themen gewidmet: im ersten Teil dem Nachweis, dass die Dehnung eines gespannten elastischen Körpers (etwa einer Luftmasse in einem verschlossenen Behälter) und die Größe der angewandten Spannkraft in direktem Verhältnis zueinander stünden (N. 14₇, S. 241.14–243.2); im übrigen Teil dem Entwurf eines physikalischen Modells zur Erklärung der Festigkeit und Elastizität der Körper (ebd., S. 243.3–249.3). Aufgrund dieser thematischen Abwandlung muss sich Leibniz – wohl spätestens bei seiner Überarbeitung der Konzepte N. 14₆, L^1 und L^2 (siehe unten) – dafür entschieden haben, den Text N. 14₇ von N. 14₆, L^1 abzulösen und mit einer selbständigen Überschrift zu versehen, die in ihrer Kurzfassung lautet: *Demonstratio quod extensiones elasticorum sint viribus tendentibus proportionales*.

Zugleich verfolgte Leibniz weiterhin das Projekt, seine Untersuchung über die Festigkeit der Balken zu veröffentlichen. Aus Teilen von N. 14₆, L^1 (S. 221.4–226.2) entstand somit das weitere Konzept N. 14₆, L^2 , dem Leibniz die neue Überschrift zuwies: *Demonstrationes novae de resistentia solidorum*. Obwohl L^2 deutlich umfangreicher und vollständiger ist als L^1 , erweisen sich beide Konzepte in ihrer jeweiligen ursprünglichen Fassung als inhaltlich homogen. Dies lässt sich erneut an der Ausführung über die Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen prismatischen Balkens feststellen: In N. 14₆, L^2 beteuert Leibniz noch einmal, dass im Fall eines biegsamen Balkens der gesuchte Längsschnitt ein rechtwinkliges Dreieck darstelle (S. 232.1–233.18). Demgemäß dürfte sich die Entstehungszeit des Konzepts L^2 nicht

wesentlich von der des Konzepts L^1 unterscheiden. Gewiss lagen beide vor, als Leibniz sie vor dem Sommer 1684 überarbeitete.

Bei diesem weiteren Schritt ging es wesentlich wieder um die Frage nach der Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens. Zu diesem Zeitpunkt hatte Leibniz offenbar die bislang vertretene These verworfen, dass im Fall eines biegsamen Balkens die gleichmäßig widerstandsfähige Gestalt ein gewöhnliches rechteckwinkliges Dreieck sei, und strich die entsprechenden Passagen in den Konzepten N. 14₆, L^1 und L^2 (S. 226.1–3; 233.2–18). Den aus L^2 getilgten Textabschnitt ersetzte er durch eine neu bearbeitete Passage aus L^1 , in der die (von Galilei stammende) These übernommen wird, dass der Längsschnitt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens ein parabolisches Dreieck sei, wobei jetzt darunter ein *konkav*-es gemeint ist (S. 234.1–236.5; vgl. den Variantenapparat zu S. 223.4–224.1). Bei der Überarbeitung 10 der Konzepte L^1 und L^2 gab Leibniz somit – hinsichtlich der Frage nach der Gestalt der *trabs ubique aequaliter resistentis* – die Unterscheidung zwischen starrem und biegsamem Balken auf und verallgemeinerte in dieser Weise die Ansicht, die er früher nur für den Fall des starren Balkens als zutreffend erachtet hatte. Schließlich fügte er aber eine neue Erkenntnis hinzu: Ein gleichmäßig widerstandsfähiger Balken, der neben seinem Eigengewicht eine gleichmäßig verteilte zusätzliche Last tragen soll, könne doch wohl 15 ein gewöhnliches rechteckwinkliges Dreieck als Längsschnitt haben (S. 235.13–236.4).

Ausschlaggebend für diese Entwicklung könnte vorwiegend die Aufzeichnung N. 14₈ *De figura trabis ubique aequaliter resistentis* gewesen sein. Dieser Text ähnelt zum Teil noch der Aufzeichnung N. 14₄, geht zum Teil aber auch deutlich über diese hinaus. In N. 14₈ wird nämlich, nach gleicher analytischer Methode wie in N. 14₄, eine Gleichung gesucht, die für jeden Punkt der Balkenlänge ein 20 konstantes Verhältnis von Bruchwiderstand und Bruchkraft darstellt; und auch hier wird wie in N. 14₄ von der Unterscheidung zwischen starrem und biegsamem Balken abgesehen. Auch N. 14₈ kommt somit zum Ergebnis, dass ein Balken mit einem (konkaven) parabolischen Dreieck als Längsschnitt sich im Allgemeinen als gleichmäßig widerstandsfähig erweise (S. 250.8–251.3). Damit spiegelt N. 14₈ die neue Entwicklung wider, die sich bei der Überarbeitung von N. 14₆, L^1 und L^2 abzeichnet. Von N. 14₄ hebt 25 sich die Aufzeichnung N. 14₈ aber insofern ab, als sie – vermutlich zum ersten Mal – auch den weiteren, in N. 14₄ noch nicht berücksichtigten Fall untersucht, dass der Balken zusätzlich eine gleichmäßige Last zu tragen hat. Auch in dieser Hinsicht ähnelt N. 14₈ auffällig den überarbeiteten Fassungen von N. 14₆, L^1 und L^2 . Anders als in beiden überarbeiteten Konzepten führt die Untersuchung in N. 14₈ jedoch zum Ergebnis, dass der Längsschnitt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens auch im Fall 30 einer zusätzlichen Belastung ein (nach innen gewölbtes) parabolisches Dreieck sei (ebd., S. 251.4–253.6). Daher ist anzunehmen, dass die Aufzeichnung N. 14₈ nach der Abfassung von N. 14₄ und vor der – möglicherweise auch durch N. 14₈ selbst veranlassten – Überarbeitung der Teilkonzepte N. 14₆, L^1 und L^2 verfasst wurde. Bei der Überarbeitung von L^1 und L^2 gab Leibniz das Ergebnis über die *trabs onerata*, zu dem er in N. 14₈ gekommen war, offenbar auf und ersetzte es mit der neuen Ansicht, die in 35 beiden Konzepten und schließlich auch in der gedruckten Fassung E^1 vertreten wird. Fest steht jedenfalls, dass N. 14₈ vor der Aufzeichnung N. 14₉ (siehe unten) angefertigt wurde, da diese letztere an einer Stelle (S. 257.14–15) wohl auf N. 14₈ anspielt. Gegen eine spätere Entstehungszeit der Aufzeichnung N. 14₈ spricht auch, dass das in deren Träger vorliegende, von einer Papiermühle aus Osterode stammende Wasserzeichen im Leibniz-Nachlass lediglich für die Jahre 1683 bis 1686 (am häufigsten aber 1683/1684) 40 belegt ist.

Auch die Aufzeichnung N. 14₉ *Invenire conoecides solidum aequalis ubique resistentiae* lässt sich ihrem Ursprung nach auf den Text N. 14₄ zurückführen. N. 14₉ knüpft nämlich an eine gestrichene Passage in N. 14₄ an, in der die Frage nach der Gestalt eines einseitig gestützten, gleichmäßig widerstandsfähigen Rotationskörpers gestellt wird (S. 216.12–14). Diese Frage wird in N. 14₉ wieder aufgenom- 45

men und mit der Feststellung beantwortet, dass ein (nach innen gewölbtes) Paraboloid die erwünschte Eigenschaft aufweist. Der Terminus post quem ergibt sich jedoch vielmehr aus der soeben erwähnten Abhängigkeit, die N. 149 gegenüber N. 14s aufweist. Ausschlaggebend für die Bestimmung des Terminus ante quem ist indes, dass von N. 149 das Teilkonzept N. 14₆, L³ herröhrt, welches seinerseits als Vorlage für die Anfertigung der *Additio* diente, die den Erstdruck N. 14₆, E¹ abschließt (S. 239.10–15). Demzufolge müssen die Aufzeichnung N. 14₉ und das von ihr abhängige Teilkonzept L³ vorgelegen haben, als Leibniz vor dem Sommer 1684 darum Sorge trug, dass eine Druckvorlage für N. 14₆, E¹ angefertigt wurde.

Anhand der überarbeiteten bzw. neu angefertigten Konzepte N. 14₆, L¹, L² und L³ wurde noch vor dem Sommer 1684 zumindest eine Reinschrift abgefasst, die als Vorlage für den Erstdruck N. 14₆, E¹ diente. Da keine solche Reinschrift nach heutigem Wissensstand überliefert ist, ist nicht zu ermitteln, ob (nur) Leibniz an deren Fertigstellung beteiligt war oder (auch) ein Schreiber. Dass es aber (mindestens) eine solche Reinschrift gegeben haben muss, lässt sich daraus schließen, dass keines der drei Konzepte den gesamten Text von E¹ überliefert: L¹ umfasst, wie bereits oben bemerkt, nur einige Teile davon; L² fehlen insbesondere die Ersatzpassage zum gleichmäßig widerstandsfähigen Balken (S. 234.1–236.5), die samt einigen Diagrammen nur in L¹ überliefert ist; beiden Teilkonzepen L¹ und L² fehlen das sonst nur in E¹ überlieferte Diagramm [Fig. 3c] (S. 230) sowie die abschließende *Additio* (S. 239.10–15) samt zugehörigem Diagramm, die beide nur im Teilkonzept L³ überliefert sind (siehe die Darstellung der Zeugen N. 14₆, L¹ bis L³, S. 220.2–28). Auch Textvarianten, die lediglich in E¹ überliefert sind, zeigen, dass es zwischen den Teilkonzepen L¹, L² und L³ einerseits und E¹ andererseits noch (mindestens) eine weitere Textschicht gegeben haben muss.

Offenbar vor Anfang Juli 1684 wurde an die Herausgeber der *Acta eruditorum* in Leipzig die (nicht überlieferte) Reinschrift übersendet, auf deren Grundlage im Heft vom Juli 1684 der Druck N. 14₆, E¹ mit der Überschrift *Demonstrationes novae de resistentia solidorum* veröffentlicht wurde. O. Mencke, Hauptherausgeber der Zeitschrift, stellt die Veröffentlichung als erfolgt in seinem Brief an Leibniz vom 16. (26.) Juli 1684 dar (LSB I, 4 N. 391, S. 475.31–32); frühere ausdrückliche Hinweise auf E¹ sind im Briefwechsel mit Mencke oder mit dem weiteren Herausgeber C. Pfautz nicht auffindig zu machen. Dass Mariottes Tod (12. Mai 1684) in der Gesamtüberlieferung von N. 14 unerwähnt bleibt, ist nicht datierungsrelevant, da Leibniz wohl erst Mitte Juni 1684, als E¹ ohnehin im Druck gewesen sein muss, davon erfuhr (siehe die editorische Vorbemerkung zu N. 12, S. 91.36–42).

Der Gesamtkomplex der ihrem Inhalt und ihrer Entstehung nach eng miteinander verbundenen Texte N. 14₁ bis 14₉ entstand somit in einer Zeitspanne, die sich von Ende Januar 1683 bis zur ersten Hälfte Juli 1684 erstreckte. Die Texte N. 14₁ bis 14₅ entstanden bis einschließlich März/April 1683, N. 14₆ bis 14₉ zwischen März/April 1683 und dem Frühsommer 1684. Diesem Textkomplex würde man allerdings unvollständig Rechnung tragen, wenn folgender späterer Nachtrag unberücksichtigt bliebe.

In den *Indices generales auctorum et rerum primi Actorum eruditorum quae Lipsiae publicantur decennii* (Leipzig 1693, Bd. I, S. *Qq2 r°) finden sich drei Berichtigungen zu N. 14₆ *Demonstrationes novae de resistentia solidorum* samt einer anonymen Anmerkung, die ebenfalls auf N. 14₆ (insbesondere S. 231.7–234.4) Bezug nimmt. Da das Vorwort zu den *Indices generales* auf Juni 1693 datiert ist, lässt sich die Entstehungszeit der Einträge wohl auf die erste Hälfte desselben Jahres eingrenzen. Trotz fehlender handschriftlicher Zeugen ist anzunehmen, dass sowohl die drei Berichtigungen als auch die Anmerkung auf Leibniz selbst zurückgehen, weshalb sie sämtlich als N. 14₁₀ ediert werden.

Bereits Mencke hatte in dem oben erwähnten Brief vom Juli 1684 auf mögliche Fehler in der Druckfassung von N. 14₆ hingewiesen und Leibniz aufgefordert, eventuelle Verbesserungswünsche mitzuteilen (LSB I, 4 N. 391, S. 475.32–476.3). In einem verworfenen Konzept seines wohl in der ersten Oktober-

hälften 1684 verfassten Briefes für die Herausgeber der *Acta eruditorum* trug Leibniz dann tatsächlich Korrigenda zu N. 14₆, *E¹* zusammen, welche sämtliche in N. 14₁₀ aufgelisteten Fälle umfassten (*LSB III*, 4 N. 72, S. 181.26–33; zwei dieser Verbesserungen hatten bereits die Herausgeber der Zeitschrift vorweggenommen, vgl. *AE*, September 1684, S. 438; eine zusätzliche Verbesserung wird in N. 14₁₀ nicht berücksichtigt). Wann und wie Leibniz seine Liste an die Herausgeber der *Acta eruditorum* zukommen ließ, ist nicht bekannt. Seine in *LSB III*, 4 N. 72 aufgelisteten Verbesserungswünsche zeigen aber, dass die in N. 14₁₀ edierten Berichtigungen Leibnizens Absicht durchaus entsprechen. (Es gilt auch zu bemerken, dass die dort ausgewiesenen Druckfehler *nicht in allen* erhaltenen Heften der *Acta eruditorum* vom Juli 1684 anzutreffen sind.)

Auch für die in den *Indices generales* veröffentlichte anonyme Anmerkung zu den *Demonstrationes novae de resistentia solidorum* (N. 14₁₀, S. 259.13–19) lassen sich Belege ausfindig machen, die Leibnizens Urheberschaft nachweisen. Jacob Bernoulli hatte in seinem Brief an Leibniz vom 15. (25.) Dezember 1687 die in N. 14₆, *E¹* zugrundegelegte Hypothese angezweifelt, dass die Dehnung eines biegsamen Balkens sich proportional zur angewandten Spannkraft verhalte; zudem hatte er empirische Messwerte angeführt, die der Annahme einer direkten Proportionalität zuwiderliefen (*LSB III*, 4 N. 200, S. 366.1–20). In seiner Erwiderung vom 24. September (4. Oktober) 1690 beteuert Leibniz, dass der in N. 14₆, *E¹* angeführte Beweis über die Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens seine Richtigkeit unabhängig von der angezweifelten Proportionalitätshypothese behalte (*LSB III*, 4 N. 279, S. 574.14–575.18). Dies ist auch der Inhalt der in N. 14₁₀ edierten anonymen Anmerkung. Dieselbe Ansicht äußert Leibniz ferner, als er in seinem Brief vom 26. Oktober (5. November) 1690 an R. C. von Bodenhausen über Bernoullis Kritik berichtet; dort stellt er erneut fest, dass, wenngleich man daran zweifeln könne, ob die *tensiones chordarum oder fibrarum seyen ut vires tendentes, (welche Hypothesis nicht allerdings gewiss)* [...] meine *demonstrationes de figuris aequiresistentibus doch wahr bleiben* (*LSB III*, 4 N. 285, S. 628.1–6).

Diese spätere Entwicklung lässt die Vermutung zu, dass die nachträglich hinzugefügte, selbstdkritische Randbemerkung zum Entwurf N. 14₇, S. 242.2–243.2, erst nach dem Austausch mit Bernoulli im 25. Oktober 1690 ergänzt wurde.

14₁. DE LA RESISTENCE DES SOLIDES

[Ende Januar – März / April 1683]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 3 Bl. 73–74. Ein Bogen 2°. Ein Wasserzeichen auf Bl. 73 mit Gegenmarke auf Bl. 74: Papier aus dem Harz. Vier stark bearbeitete Seiten. Abriss am unteren Rand von Bl. 73 mit geringfügigem Textverlust.

5 [73 r°]

De la Resistance des solides

Sit in fig. 1 trabs muro verticali horizontaliter infixa, cuius sectio *ABC*. Abstrahamus animum a pondere ipsius trabis, et sub extremitatem *C* appendamus pondus *D*. Quae-
ritur, quae sit ratio ponderis *D* quod trabem in communi sectione cum muro *AB*
10 rumpere potest, misu qui sit ipsi muro parallelus; ad pondus *E* quod trabem directe ex muro evelleret[,] misu scilicet qui sit ad murum perpendicularis.

Ad hanc rem explicandam cum sit partim physica partim Mathematica opus est hypothesibus quibusdam, ut reducatur quaestio ad terminos Matheseos purae. Et quidem duplex fieri potest hypothesis, vel enim corpus trabis solidae consideramus tanquam rigidum, vel tanquam tensile.
15

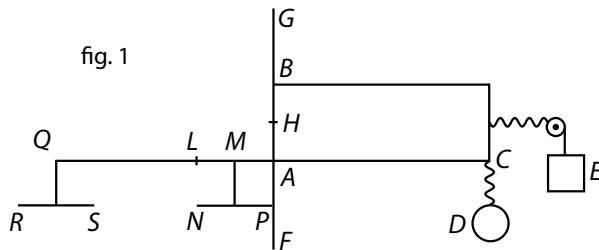
Consideramus primo ut rigidum, quemadmodum si tabula plana solidissima et politissima *AB* (in fig. 2) applicata esset muro plano etiam perpolito *FG*, separanda atque

6 *Neben der Überschrift:* Excerpta jam sunt ex his meliora et distinctius scripta.^[a]

[a] Excerpta [...] scripta: Gemeint ist vermutlich der Entwurf N. 14₂ *De firmitate corporum*, welcher von N. 14₁ herführt. Siehe hierzu oben, S. 170.31–44.

7 in fig. 1 erg. *L* 7 trabs (1) *ABC* (2) muro verticali (a) *AB* (b) horizontaliter infixa, cuius sectio *ABC*. *L* 8f. pondus | novum gestr. | *D*. Quaeritur, *L* 10 potest, (1) ad (2) misu (a) ad mu (b) qui sit ipsi muro *L* 10 ad | ad streicht Hrsg. | pondus *L* 11 scilicet erg. *L* 11f. perpendicularis. (1) Manifestum est resistantiam (2) Ad hanc rem *L* 15 rigidum, (1) ita ut uno eodemque momento (2) vel tanquam tensile. *L* 16f. tabula (1) Marmorea aut metallica perpolita muro simi (2) plana solidissima et politissima (a) *FG* (b) *AB* (in fig. 2) (aa) affixa esset muro etiam (bb) applicata esset (aaa) muro (bbb) muro (ccc) muro plano etiam perpolito *FG*, *L* 17 separanda atque erg. *L*

7 fig. 1: Das Diagramm [Fig. 1] auf S. 177. 17 fig. 2: Das Diagramm [Fig. 2] auf. S. 177.



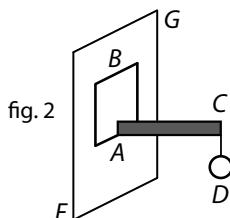
[Fig. 1]

abrumpenda opere ponderis D applicati ad vectem AC : ubi manifestum est, si vel minimum a muro removeatur B , posita rigiditate tabulae, aerem admitti, et tabulam posse [separari;] quod si solida quaedam a Tabulis exiguis ita sibi invicem applicatis composita intelligamus, eadem locum habebit ratiocinatio.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

5

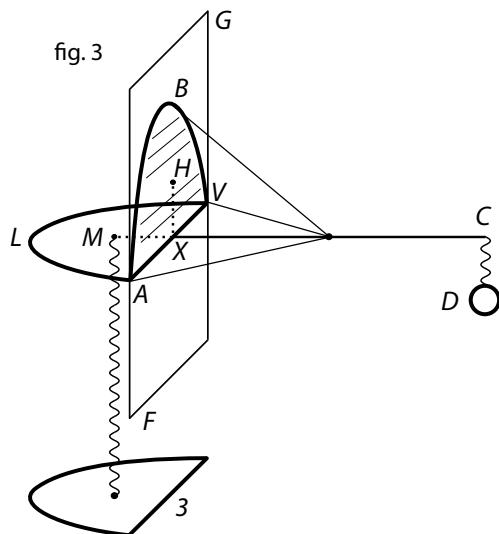
Patet autem redeundo ad fig. 1 aerem elevationi Tabulae magis resistere in B , quam in loco aliquo inter A et B medio ut H , et quidem in ratione BA ad HA . Continuetur CA in L , et sit AL aequ. AB , et AM aequ. AH et ita porro in caeteris punctis. Sit M centrum gravitatis ipsius AL ex quo libere suspendatur NP aequalis et similis ipsi AL vel AB . Continuetur porro AL usque in Q ut sit AQ aequalis ipsi AC . Unde suspendatur RS etiam aequalis et similis ipsi NP , vel AB , sitque RS tanti ponderis, 10 quantum est pondus ipsius E , erit in aequilibrio cum E suspenso ex C , at NP erit in aequilibrio cum D suspenso ex C ; ergo erit D ad E , ut AM ad AQ seu ut AH ad AC .



[Fig. 2]

2 a muro erg. L 2 removeatur B , (1) eti (2) aditum aeri fi (3) in fig. (4) posita rigiditate tabulae, (a) etiam (b) aerem admitti, L 3 separi, L ändert Hrsg. 3 quaedam (1) ex (2) a L 10f. AC . (1) Sitque pondus (2) Unde patet, si pondus D est in ae (3) Unde (a) eadem (b) suspendatur RS [...] ipsi NP , | vel AB , erg. | (aa) patet CD (bb) sitque RS [...] in aequilibrio L

[Fig. 1]: Der Teil des Diagramms links der Linie GF ist gestrichen und auf den gestrichenen Text (Z. 6–12) bezogen.



[Fig. 3]

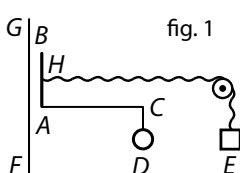
Ut res distinctius appareat, generaliusque enuntietur considerabimus totum tabulae planum, quod in fig. 3 sit ABV , avellendum a muro FG ope vectis CX cui appensum est pondus D . In plano CAV continuato ponatur figura ALV aequalis et similis ipsi ABV eaque figura sit basis corporis cylindroidis cuius quaelibet sectio horizontalis sit ipsi ALV 5 aequalis et similis, sitque is cylinder ejus materiae et altitudinis sive crassitieei, ut sit in aequilibrio cum corpore D , quod tabulam ABV a muro avellere posse ponamus, hujus corporis centrum gravitatis sit M , ex quo si libere suspendatur corpus β ipsi ALV cylindrico aequale et simile, id eodem modo erit in aequilibrio cum pondere D suspenso ex C , adeoque erit ad pondus D , ut CX ad MX . Est autem pondus β absolute sumtum 10 libereque elevandum ad pondus D etiam libere elevandum, ut resistantia Tabulae directe

1f. enuntietur (1) trabem solidam considerabimus (2) consideramus (3) considerabimus totum tabulae planum, $L = 2$ avellendum (1) vect (2) | avellendum streicht Hrsg. | a muro FG ope vectis (a) CAV (b) CX $L = 4$ f. figura sit (1) tantae (2) talis materiae et crassitiei, ita ut instar portionis cylindricae sit (3) basis (a) cylindrica ejus materiae et crassitiei (b) corporis cylindroidis (aa) quod (bb) cuius quaelibet [...] sive crassitiei, $L = 8$ in erg. $L = 9$ ad pondus D , (1) ut reciproce (2) ut CX ad MX. $L = 9$ f. autem pondus (1) libere (2) 3 absolute sumtum libereque $L = 10$ Tabulae (1) perpendiculariter (2) directe L

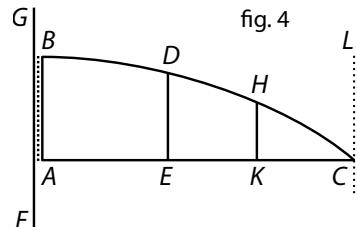
2 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3].

avellendae ad avellendam circulariter per modum vectis. Ergo haec erit ad illam ut XH distantia centri gravitatis tabulae a basi ejus, seu horizontali infima AV , ad XC distantiam ponderis. [73 v°] Hinc solas lineas considerando[:] si sit linea AB , fig. 1, cuius centrum gravitatis H , avellenda a muro FG , erit pondus E avellens directe ad pondus D evellens circulariter ope vectis CA , ut AH (altitudo centri gravitatis) ad vectem $[CA]$. 5

Consideremus jam non pondus vecti appensum, sed pondus totius vectis, seu Trabis, et ut ea res cum aliquo fructu fiat, quaeramus figuram trabis ubique aequaliter resistentis. Fig. 4 quaeritur sectio Trabis prismatica, quae sit $CABDC$ figurae talis, ut resistentia ultima in AB sit ad pondus totum $CABDC$, quemadmodum resistentia quaecunque in DE ad pondus [quod] ea resistentia ferre debet $CEDC$. Sit CE , x et DE , y et CA sit a , 10 et AB sit b .



[Fig. 4]



[Fig. 5]

1 avellendam (1) parallele (2) circulariter (a) per modum ve (b) per modum vectis. Ergo (aa) illa (bb) haec erit ad (aaa) hanc (bbb) illam L 2 ejus, (1) AV , ad (2) seu (a) minima (b) horizontali infima AV , ad L 3 solas lineas considerando erg. L 4 avellens (1) parallele (2) circulariter (3) directe L 4f. evellens (1) perpendiculariter (2) circulariter L 5 ut (1) vectis (2) AH (altitudo centri gravitatis (a) seu (b)) ad vectem | CH ändert Hrsg. | L 6 non pondus (1) toti (2) vecti L 6 vectis, (1) et (2) seu L 8 figurae erg. L 9 ultima in erg. L 9 $CABDC$, (1) ut (2) quemadmodum L 9f. resistentia (1) $CEDC$ est (2) quaecunque in DE ad pondus | quam ändert Hrsg. | ea resistentia ferre debet $CEDC$. L 11-S. 180.3 sit b. (1) Utique momentum ipsius $CEDC$ ex EC est $\int y \cdot (2)$ Sic investigabitur (3) Sit CK z, et HK sit v, fiet (a) $d\bar{v}$ (b) $\int d\bar{z} v, (\bar{z} + \bar{v})$ ut sit (aa) $\int d\bar{x}$ (bb) $y - (4)$ Sit CK , z et HK sit v, (a) fiet (b) et momentum [...] ex DE (aa) erit: $y d\bar{z}$ in $x - z$ ejusque su (bb) erit HK [...] erit: $\int v \cdot \bar{x} - \bar{z} \cdot d\bar{z}$. L

3 fig. 1: Das Diagramm [Fig. 4]. 5 ut AH [...] vectem $[CA]$: Wie in den Zeilen davor festgestellt, gilt vielmehr die Proportion $E : D = CA : AH$. 8 fig. 4: Das Diagramm [Fig. 5]. [Fig. 4]: Das Diagramm hieß ursprünglich fig. 4 und wurde in fig. 1 umbenannt.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Sit CK , z et HK sit v , et momentum ipsius HK ex DE erit HK in EK , seu $v d\bar{z}$ in $\bar{x} - \bar{z}$. Cujus summa erit: $\int v \cdot \bar{x} - \bar{z} \cdot d\bar{z}$. Cujus ratio ad resistentiam ED debet esse constans; ea autem resistentia cum sit in ratione quadratorum ED ut patet ex supra dictis, ideo faciemus rationem illam talem, ut sit $\int v \cdot \bar{x} - \bar{z} \cdot d\bar{z}$
5 aequ. yyc et habebimus: $v \cdot x - z \cdot dz$ aequ. $2y dy c.$ Sed $y d\bar{x}$ in [Text bricht ab.]

*CK, z. et HK, v. fiet: $\int v dx$ in $\bar{x} - \bar{z}$ aequ. cyy seu $2cy d\bar{y}$ aequ. $v d\bar{x}$ in $\bar{x} - \bar{z}$. Quod cum de quovis casu sit verum, erit et verum cum v et z sunt quantitates determinatae, quod supponere possumus, quia desunt earum differentiae. Nam pro differentia ipsius z adhibuimus differentiam ipsius x quam posuimus esse constantem, ac proinde, fiet: $2cy d\bar{y}$ aequ. $l d\bar{x}$ in $\bar{x} - \bar{m}$, posito relationem inter l et m eandem esse
10 quae est inter x et y . Quo facto fiet: cyy aequ. $\frac{1}{2} lxx - lmx$ et posito nos posse alicubi in hac curva sumere l et m aequales, ordinatam et abscissam, fiet: cyy aequ. $\frac{1}{2} lxx - llx$. Ergo et cum a sit aliqua ex ipsis x et
15 b aliqua ex ipsis y , fiet: cbb aequ. $\frac{1}{2} laa - lla$. Cumque datae sint a et b hinc dabitur etiam relatio inter c et l . Datur autem c si data sit quantitas resistentiae, seu ratio ponderis ad resistentiam v.g. potest esse dupla, si pondus duplicandum sit, ut vincatur; itaque data quantitate resistentiae ubique aequalis,
15 dataque longitudine et altitudine trabis datur et ipsa l quae sit parameter [alicujus] curvae naturae, ut*

3–5 *Am Rand:* NB. NB. voicy un calcul estrange, et considerable quoyqu' il soit effacé

6–11 *Am Rand:* subtilissime

3f. resistentia (1) E (2) sit: (3) cum sit in ratione quadratorum ED L 5 $2y dy c.$ (1) Seu $x - z \cdot dz$ aequ. dvc . cumque sit dx aequ. dz . fiet $xdx - zdz$ aequ. cdv . (2) Sed (a) cc (b) $\int (c) y d\bar{x}$ in L 7–9 quod supponere [...] esse constantem, erg. L 10 fiet: (1) $2cyd$ (2) cyy L 13 resistentiam (1) posito (2) v.g. L 15–S. 181.1 sit (1) latus rectum curvae, seu (2) parameter | aliqua ändert Hrsg. | curvae (a), ejus sc (b) quae (c) naturae, ut ibi (aa) latus rec (bb) ordinata L

4 ex supra dictis: Siehe vielmehr N. 14₂, S 192.9–10. Trifft dieser Nachweis zu, so ist der Entwurf N. 14₂ zur gleichen Zeit wie N. 14₁ entstanden und wurde parallel bearbeitet.

ibi ordinata et abscissa sint aequales. Sit AB seu b , 1, et AC seu a sit 3, et c sit 2, fiet: 2 aequ. $\frac{9}{2}l - 3ll$ seu 4 aequ. $9l - 6ll$. Unde habetur l . Unde etiam deprehendi potest an suppositiones sint possibles, quando scilicet aequatio nostra est possibilis. Memorabilissima est haec Methodus, quia nondum memini tale exemplum mihi occurrisse. Exitum etiam non reperiret, nisi posuimus $d\bar{x}$ constantem. Curva ergo est parabola. Sumamus $c. b. a$ tales ut l fiat rationalis, nimirum $ll - \frac{1}{2}la + \frac{aa}{16}$ aequ. $\frac{aa}{16} - \frac{cbb}{a}$ seu $\pm l \pm \frac{1}{4}a$ 5 aequ. $\frac{1}{a}\sqrt{a^4 - 16cabb}$ seu l aequ. $\pm \frac{1}{a}\sqrt{a^4 - 16acbb} + \frac{1}{4}a$.

Momentum ipsius $CEDC$ ex CL est $\int yx d\bar{x}$. Quod, si a cylindro cuius basis $CEDC$, altitudo CE , detrahatur, seu ab $x \int y d\bar{x}$, habebitur momentum ex DE , quod erit: $x \int y d\bar{x} - \int yx d\bar{x}$ [et] debet esse aequal. cyy . Unde fiet: $\boxed{xy d\bar{x}} + \int y d\bar{x} d\bar{x} - \boxed{yx d\bar{x}}$ aequ. $2cy d\bar{y}$ seu $\int y d\bar{x} d\bar{x}$ aequ. $2cy d\bar{y}$. Ponatur y aequ. $nx^{\frac{h}{h}}$ erit $d\bar{y}$ aequ. $nhx^{\frac{h-1}{h}} d\bar{x}$ et 10 $\int y d\bar{x}$ seu $\int nx^{\frac{h}{h}} d\bar{x}$ erit: $\frac{n}{h}x^{\frac{h+1}{h}}$. Ergo pro aequatione differentiali: $\int y d\bar{x} d\bar{x}$ aequ. $2cy dy$ fiet: $\frac{n}{h}x^{\frac{h+1}{h}} d\bar{x}$ aequ. $2cnx^{\frac{h}{h}} \cdot nh \cdot x^{\frac{h-1}{h}} d\bar{x}$ seu $\frac{1}{h}x^{\frac{h+1}{h}}$ aequ. $2cnhx^{\frac{2h-1}{h}}$, et debet esse: $x^{\frac{h+1}{h}}$ aequ. $x^{\frac{2h-1}{h}}$ seu $h+1$ aequ. $2h-1$. Fiet h aequ. 2. Habemus ergo y aequ. nx^2 . Est autem

1 Am Rand, gestrichen: Sit x aequ. z^l ^[a] etc. $[.] d\bar{x}$ aequ. $l \cdot z^{l-1} [.]^{[b]}$ $d\bar{x}^2$ aequ. $ll \cdot z^{2l-2} [.]^{[c]}$ $\int d\bar{x}^2$ aequ. $\frac{ll}{2l+2} z^{2l-1}$

$$\begin{aligned} {}^{[a]} \text{ aequ. } & z^l \quad (1) + z^m \quad (2) \text{ etc. } L \quad {}^{[b]} \text{ aequ. } l \cdot z^{l-1} \quad (1) + mz^{m-1} \quad (2) \quad d\bar{x}^2 \quad L \quad {}^{[c]} \text{ aequ. } ll \cdot z^{2l-2} \\ (1) + 2lmz^{l+m-2} + mmz^{2m-2} \quad (2) \int d\bar{x}^2 & \text{ aequ. } (3) \int d\bar{x}^2 \text{ aequ. } L \end{aligned}$$

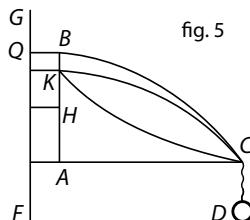
1 AB | seu erg. | $b, 1, L$ 9 $- \int yx d\bar{x}$ | et erg. Hrsg. | (1) aequ. (2) debet esse aequal. L 10f. aequ. $2cy d\bar{y}$. (1) seu $y d\bar{x} d\bar{x} + \int y d\bar{x} d\bar{d}\bar{x}$ aequ. $2c d\bar{y} d\bar{y} + 2cy d\bar{d}\bar{y}$. $d\bar{x}$ vocemus z et $d\bar{y}$ vocemus v , fiet: zz aequ. $\frac{2cvv}{\int v} + 2d\bar{v}$ faciendo $d\bar{d}\bar{x}$ aequ. 0 fiet: $d\bar{x}^2$ aequ. $2c d\bar{y}^2 + 2c d\bar{d}\bar{y}$ (2) Ponatur y aequ. $nx^{\frac{h}{h}}$ (a) | fiet: streicht Hrsg. | $\int x^h dx$ (b) erit $d\bar{y}$ aequ. $nhx^{\frac{h-1}{h}} d\bar{x}$ (aa) et fiet (bb) et $\int y d\bar{x}$ (aaa) erit (bbb) seu | erit erg. u. gestr. | $\int nx^h d\bar{x}$ erit: L

6 $\frac{1}{a}\sqrt{a^4 - 16cab\bar{b}}$: Der richtige Term ist $\frac{1}{4a}\sqrt{a^4 - 16ab^2c}$. Der Fehler wirkt sich auf die folgende Ableitung aus.

$\frac{1}{h}$ aequ. $2cnh$, seu $\left(\frac{1}{h}\right)$ aequ. $\frac{2cn}{h}$ seu n aequ. $\frac{1}{2c}$. Ergo $\langle\text{erit}\rangle t 2cy$ aequ. x^2 quae $\langle\text{est}\rangle$ curva quaesita, nempe parabola. [74 r°]

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

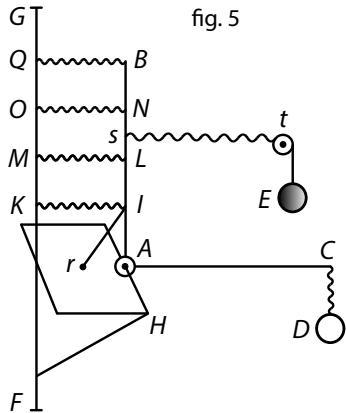
Veniamus nunc ad alteram Hypothesin qua supponitur solidum esse tensile. Ponamus fig. 5 lineam 5 AB funiculus annexam parieti FG , eosque funes esse aequaliter fortis et tensos, ut determinata vi eadem unusquisque eorum rumpi possit. Patet tensionem funis B esse ad tensionem funis H , in ratione AB ad AH . Et funem B rumpi ubi ad summam tensionem quam ferre potest pervenerit, rupto autem fune B , continuanteque nisu ponderis D , statim mox et inferior rumpetur K , et rupto K statim proximus H , et ita porro, et proinde totum abrumpetur. Quod si lineam $AHKB$ ponamus esse rectam, aestimari potest 10 vis ad rumpendum necessaria. Nam ubi tensio ipsius B erit maxima quam ferre potest, rumpetur, erit autem talis, ubi vis tendens erit aequalis aggregato omnium tensionum. Sit Tensio maxima quam ferre aliquis locus, ut B , potest, t , ducta in $[AB]$ seu a , erit at vis quae perpendiculariter rumpere potest, seu vis in singulis punctis ducta in longitudinem seu aggregatum omnium punctorum[,] sed vis quae rumpere potest parallele aequatur tensionibus quae sunt ut rectae B . K . H etc. Quarum summa est dimidium 15 summae prioris.



[Fig. 6, gestr.]

1 $\langle\text{erit}\rangle t (1) y$ aequ. (2) $2cy$ L 2–4 parabola. (1) Potentiam tamen fortasse pluribus aliis curvis satisfiesce [74 r°] (2) Veniamus nunc ad L 4 fig. 5 erg. L 6 Patet (1) funem (2) tensionem funis L 7 Et (1) rumpi (2) corpus AB abrumpi (3) funem B rumpi L 9 proinde (1) totus (2) totum L 11 autem (1), ubi (2) talis, ubi L 11 tensionum (1), id est dimidio (2). Sit Tensio maxima L 12 AQ L ändert Hrsg. 14 tensionibus (1) ipsius (2) quae sunt ut L 15–S. 183.1 prioris. (1) Video (2) Veniamus nunc ad L

1 $\left(\frac{1}{h}\right)$ aequ. $\frac{2cn}{h}$: Die richtige Gleichung ist $\frac{1}{h^2} = 2cn$. Der Fehler wirkt sich auf die folgenden Ableitungen aus. 4 fig. 5: Das Diagramm [Fig. 6].



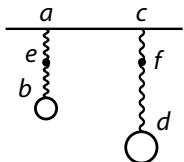
[Fig. 7]

Veniamus nunc ad alteram Hypothesin, qua solidum consideratur ut tensile. Sit paries FG , ex quo prodeat sustentaculum H , in quo infixa rotula A , sic tamen ut circa suum axem moveri possit et cum ea infixus rotulae angulus rectus BAC . Ponamus AB et AC esse aequales, et latus AB esse erectum verticaliter seu parieti parallelum, eique alligatum chordis aequalibus et similibus aequaliter tensis horizonti parallelis IK , LM , 5 NO , BQ aliisque quotcunque intermediis, tensae autem sunt hae chordae, quia obstaculum rI prohibet quominus AB possit ad murum accedere. Ponamus jam [datum] esse pondus E quod AB avellere possit a pariete directe seu directione st perpendiculari ad murum, quaeritur pondus D quod conatu circulari ex centro A , vecte AC avellere possit idem corpus AB . Quod ut aestimetur[,] tensio chordarum consideranda est. Sint in fig. 6 10

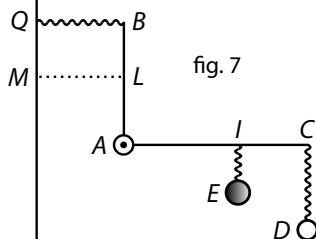
1f. Sit (1) murus (2) paries L 2f. quo (1) mobiliter (2) infixa rotula [...] moveri possit L
 4 erectum (1) seu (2) verticaliter seu L 5 similibus, erg. L 5 tensis (1) quotcunque IK ,
 paral (2) horizonti parallelis IK , L 6 intermediis, (1) et in C alligatum sit pondus D quod chordas
 nisu suo tendit (2) tensae autem sunt hae chordae, L 7–10 jam | datum ändert Hrsg. | esse (1) vim
 (a) quae pondus nimirum (b) quae (2) pondus qu (3) pondus E (a) quod (b) quod AB | avellere possit
 erg. | a (aa) muro (bb) pariete directe (aaa) nisuque ad (bbb) seu directione (aaaa) pe (bbb) per (cccc) st
 (dd) | st erg. | perpendiculari ad murum, (aaaaa) st (bbbb) seu pondus (cccc) quaeritur pondus D
 quod (aaaaa-a) nisu ad murum parallelo (bbbb-b) conatu circulari [...] vecte AC (aaaaa-aa) ipsam
 (bbbb-bb) avellere possit idem corpus AB . (aaaaa-aaa) Quod ut aestimetur considerandum est primo
 (bbbb-bb) Quod ut [...] fig. 6. L

1f. paries FG : Siehe [Fig. 7].

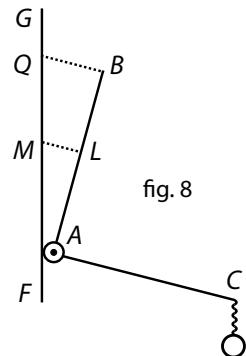
10 fig. 6: Das Diagramm [Fig. 8] auf S. 184.



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

duae chordae *ae* et *cf* per omnia similes et aequales si sibi relinquantur. Quarum una appenso pondere *b* extensa sit ex *ae* in *ab*, altera appenso pondere *d* extensa ex *cf* usque in *cd*. Erunt vires seu pondera tendentia *b* et *d*, ut *eb*, *fd* longitudines seu tensiones, quod tanquam principium suppono. Suppono secundo in fig. 7, si *AB* et *AI* sint aequales, 5 eodem modo tendi chordam *QB* nisu ponderis *E* suspensi ex *I* ac si pondus ad chordam directe (ut in fig. 6 factum erat) applicatum esset. Itaque si *AC* ponatur longior quam *AB*, erit pondus *D* tendens chordam *QB*, ad pondus *E* directe applicatum chordam eandem eodem modo tendens, in reciproca ratione longitudinum, seu, ut *AB* vel *AI* ad *AC*.

Habemus ergo propositiones tres: primam pondera directe tendentia esse ut 10 tensionis longitudines, in fig. 6 *d* ad *b* ut *fd* ad *eb*, secundam in fig. 7 pondus circulariter

1f. aequales (1) quarum una appenso pondere (2) si sibi [...] appenso pondere *L* 2 ex *ae* erg. *L* 2 ex *cf* erg. *L* 3 tendentia (1) ut *eb* (2) ut (3) *b* et *d*, ut *eb*, *fd* *L* 5 ponderis (1) *D* (2) *E* | suspensi ex *I* erg. | ac *L* 6 fig. 6 (1) applicatu (2) factum erat) applicatum *L* 7 *D* erg. *L* 7 ad (1) chordam directe appli (2) pondus *E* directe applicatum *L* 8f. tendens, (1) ut (2) in reciproca [...] ut *AB* (a) ad (b) vel *AI* ad *AC*. (aa) | Si vero streicht Hrsg. | (bb) Habemus *L* 9f. pondera (1) esse ut tension (2) directe tendentia esse ut (a) tensiones (b) tensionis longitudines, (aa) seu (bb) in fig. 6 *d* ad *b* ut (aaa) a (bbb) *cd* ad *ab* (ccc) *fd* ad *eb* *L* 10 in fig. 7 erg. *L*

3f. quod [...] suppono: Eine ähnliche Annahme hatte E. MARIOTTE in der *Dissertation sur la resistance des solides* getroffen, die er am 25. Januar 1683 an Leibniz gesendet hatte (LSB III, 3 N. 437, S. 772.18–773.3). Einen Beweis dieser Annahme wollte Leibniz im späteren Entwurf N. 14₇, S. 241.14–243.2 vorlegen. 4 fig. 7: Das Diagramm [Fig. 9]. 10 fig. 6: Das Diagramm [Fig. 8].

tendens, *E*, aequari ponderi directe tendenti si aequales sint *AB* et *AI* nempe distantia nodi *B* a centro *A*, et distantia ponderis *I* vel *E*, a centro *A*, tertiam (quae secundam comprehendit:) pondus circulariter tendens esse ad pondus similiter tendens directe[,] ut distantia nodi [ad distantiam] ponderis. Jam quartam adjicio[:] in fig. 8, si initia tensionum incident in rectam *AMQ* et extrema in rectam *ALB*, erunt tensiones [ut distantiae] a centro seu tensio *QB* ad tensionem *ML*, ut *AB* ad *AL*. Sunt enim *QB* et *ML* parallelae. [74 v°] Ponamus ergo rectam rigidam *AB* esse applicatam immobili *FG* in *AQ* annexamque funibus seu chordis, quae non sint tensae, sed in statu suo naturali quando *AB* applicatur ipsi *AQ*; sed quando nisu ponderis *D* recta ab *AQ* dimovetur ad situm *AB*, tunc tendi chordas ex *Q* in *B*, ex *O* in *N*, ex *M* in *L*, ex *K* in *I*. Pondus autem *D* dividamus in partes quae aequivaleant singulæ singulis tensionibus, nempe 126 ipsi tensioni *QB*, ita ut solum pondus 126 sustinere possit chordam *QB* in ea tensione, similiter pondus 237 aequivaleat tensioni *ON*, et pondus 348 tensioni *ML*, et pondus [459] tensioni *[KI]* et ita porro. Quaeritur[,] posito 12345 cadere in rectam, et 26. 37. 48. 59 esse parallelas, distantiasque earum 12 et 23 et 34 et 45 esse aequales[,] quaenam futura sit curva in quam incident omnia puncta 9876, seu quae sit ratio ponderum tensionibus in hoc situ aequivalentium. Et quidem Tensio *QB* est ad tensionem *ON* ut *AB* ad *AN*. Sed etsi tensiones *QB* et *ON* ponerentur aequales, tamen quia *ON* centro *A* propior, quam

1 *E*, erg. *L* 1f. tendenti (1) si (a) chorda (b) distantia (aa) chordae (bb) nodi | *B* erg. | chordae tendendae *QB*, et (aaa) ponder (bbb) suspensionis (ccc) p (ddd) loci (eee) ponderis *E*, (fff) I loci (ggg) puncti *I* nempe loci susp (2) si aequales [...] *AI* nempe (a) distantia (b) distantia nodi | *B* erg. | a centro *A*, et distantia (aa) suspensi (bb) ponderis (aaa) a centro *A* (bbb) *I* vel *E*, a centro *A*, *L* 3 comprehendit: (1) distantiam ponderis circulariter tendentis (2) pondus circulariter tendens *L* 3f. directe (1) in reciproca ratione (2) ratione distantiarum (3) ut distantia nodi | a distantia ändert Hrsg. | ponderis. *L* 4f. si (1) *A* incidat (2) centrum incidat in ipsam parietem (3) initia tensionum [...] rectam *AMQ* *L* 5 in distantia *L* ändert Hrsg. 7 ergo (1) nunc corpus r (2) rectam rigidam *L* 9 recta erg. *L* 10 tunc erg. *L* 10f. in *I*. (1) Eritque tensio *QB* ad tensionem *ML* ut *AB* ad *AL*. Jam et si tensiones (2) Eruntque tensiones *QB*. *ON*. *ML*. *KI* ut rectae (3) Pondus autem [...] in partes | aequales gestr. | quae aequivaleant [...] tensionibus, nempe (a) 426 (b) 126 *L* 13f. *ON*, (1) 348 (2) et pondus [...] et pondus | *KI* ändert Hrsg. | tensioni | 459 ändert Hrsg. | et *L* 14 rectam, et (1) pondera particularia (2) | et streicht Hrsg. | 26. 37. 48. 59 *L* 15 distantiasque earum [...] esse aequales erg. *L* 16 quae sit (1) ea (2) ord (3) pon (4) ratio ponderum *L* 17 est erg. *L* 17f. Sed (1) licet ten (2) etsi tensiones *L*

4 fig. 8: Das Diagramm [Fig. 10] auf S. 184.

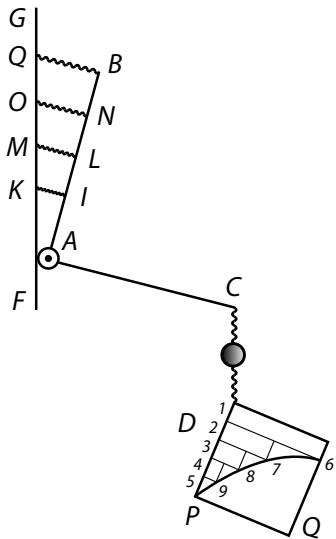
7f. Ponamus [...] chordis: Siehe das Diagramm [Fig. 11] auf S. 187.

QB, eo facilius pondere ex *C* suspenso vincetur, in ratione propinquitatis ad centrum, ergo resistentia chordae *ON* ad resistentiam chordae *QB*, est in composita ratione ex rationibus tensionum *ON*, et *QB*, et rationibus distantiarum *AN*, *AB*. Sed tensiones sunt etiam in ratione distantiarum, ergo resistentia chordae *ON* ad resistentiam chordae *QB* erit in duplicitate ratione *AN* ad *AB* seu in ratione quadrati *AN* ad quadratum *AB*. Ergo et in figura ipsius *D* erunt ordinatae 26, 37 inter se ut quadrata abscissarum *P₂*, *P₃*, adeoque figura ipsius *D* erit trilineum parabolicum concavum, quod cum sit tertia pars rectanguli circumscripsi *1PQ* vim quae direcete rumperet repraesentantis, sequitur pondus circulariter rumpens esse tertiam partem ponderis direcete rumpentis, si ex distantia *AC* suspendatur quae sit aequalis longitudini ipsius *AB*.

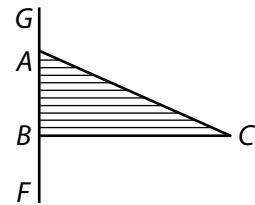
Et proinde cum summae parabolae quadraticarum sint ut cubi, hinc resumen-
do Calculum figurae 4 atque huc accommodando, fiet: $x \int \overline{y d\bar{x}} - \int \overline{yx d\bar{x}}$ aequ. $\frac{c}{a} y^3$ et
proinde $\boxed{xy d\bar{x}} + d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}} - \boxed{xy d\bar{x}}$ aequ. $\frac{3c}{a} yy d\bar{y}$ seu $\int \overline{d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}}}$ aequ. y^3 . Sit *x* aequ. $n \cdot y^h$ et fiet $d\bar{x}$ aequ. $nh \cdot y^{h-1} d\bar{y}$ et $y d\bar{x}$ erit $nh \cdot y^h d\bar{y}$ et $\int \overline{y d\bar{x}}$ erit $\frac{nh}{h+1} \cdot y^{h+1}$ et
15 $d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}}$ erit: $\frac{nh}{h+1} y^{h+1} \cdot nh \cdot y^{h-1} d\bar{y}$. Ergo $d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}}$ erit: $\frac{n nh h}{h+1} y^{2h} d\bar{y}$. Et $\int \overline{d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}}}$ erit
 $\frac{n nh h}{h+1} \int \overline{y^{2h} d\bar{y}}$ seu $\frac{n nh h}{h+1 \cdot 2h+1} y^{2h+1}$ aequ. $\frac{c}{a} y^3$. Quae aequatio debet esse identica, itaque
erit $2h+1$ aequ. 3, seu *h* aequ. 1. Porro $\frac{n nh h}{h+1 \cdot 2h+1}$ aequ. $\frac{c}{a}$. Ergo fiet *ann* aequ. 6*c* et:

1 vincetur, (1) et posito *AC* aequalem esse ipsi *AB*, pondus (2) id est si ponatur *AC* aequalis ipsi *AB* pondus quod sustinere tensionem (3) in ratione propinquitatis ad centrum, *L* 2 resistentia (1) tensionis *ON* (2) chordae *ON* *L* 2f. ratione | ex rationibus erg. | tensionum (1) et *QB* (2) *ON*, et *QB*, *L* 3f. Sed (1) rationes (2) tensionem (3) tensiones sunt etiam in ratione *L* 5 in ratione (1) quadratorum (2) quadrati *L* 5–7 *AB*. (1) Si (2) Ergo erit et 26 ad 37 in ratione quadratorum abscissae (a) et (b) et in figura (3) Ergo et [...] adeoque figura *L* 8 quae (1) totum (2) direcete *L* 10 aequalis (1) longitudinis (2) longitudini ipsius (a) abrumpendi a (b) abrum (c) *AB*. *L* 13f. $\frac{3c}{a} yy d\bar{y}$ (1) faciamus *y* aequ. $n \cdot x^h$ fiet: yy aequ. $nn \cdot x^{2h}$ et $d\bar{y}$ aequ. (2) seu $\int \overline{d\bar{x} \int \overline{y d\bar{x}}}$ [...] aequ. $n \cdot y^h$ (a) fiet $d\bar{x}$ (b) et fiet $d\bar{x}$ [...] erit $nh \cdot y^h d\bar{y}$ *L* 16 $\frac{c}{a} y^3$. (1) Et fa (2) Quae aequatio debet *L* 17–S. 187.1 et (1) fiet (2) : *n* aequ. $\sqrt{\frac{6c}{a}}$, eritque *L*

n aequ. $\sqrt{\frac{6c}{a}}$, eritque x aequ. $\sqrt{\frac{6c}{a}}$. Unde patet lineam quae sitam fore rectam, seu Triangulum rectangulum BAC muro FG infixum, atque inde projectum, ubique aequaliter resistere, nec proinde pondere suo frangi.



[Fig. 11]



[Fig. 12]

2 BAC erg. L 2 FG erg. L

1f. Triangulum [...] infixum: Siehe [Fig. 12].

14₂. DE FIRMITATE CORPORUM

[Ende Januar – März / April 1683]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 16 Bl. 1, 20 und LH XXXVII 3 Bl. 69–70. Zwei Bogen 2°; gleiches Wasserzeichen auf Bl. 1 und 70 mit Gegenmarke auf Bl. 20 und 69: Papier aus dem Harz; Textverlust am unteren Rand von Bl. 70 v°. Fünf Seiten und vier Zeilen; Textfolge (nicht von Leibniz festgelegt): Bl. 69 r°, 69 v°, 70 r°, 70 v°, 1 r° und 1 v°; Text von Bl. 70 v° (mittig) an gestrichen; auf Bl. 1 v° bis Bl. 20 v° ist N. 14₃ überliefert. Der Abschnitt *Experientia notum [...] aere libero* (S. 188.15–189.8) ist in N. 14₅ wiedergegeben.

[69 r°]

De firmitate corporum

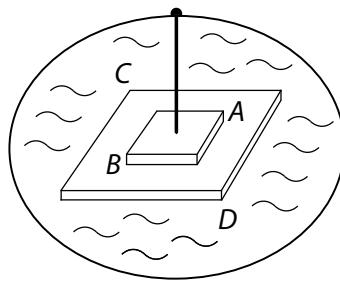
- 10 Partes solidorum duobus modis connexae inter se intelliguntur. Vi enim adhibita vel a se invicem possunt nonnihil recedere, salva earum cohaesione, ut cum filum tendimus aut cum baculum flectimus; vel non possunt a se invicem tantillum recedere, quin statim abrumpantur, ut fit cum duae tabulae politae sibi applicatae divelluntur[,] si fingamus aerem subintrare ubi tantillum a se recesserint. De posteriori autem connexionis modo, 15 cum sit simplicior, prius dicemus. Experientia notum est duas Tabulas planas *AB* et *CD* firmas, ac bene politas, politisque superficiebus sibi applicatas difficulter a se invicem avelli, quanquam manente earum applicatione facile una super alia incedere possit. Causa esse potest vel a pondere aut elastro aeris alteriusve corporis liquidi aut solidi in eas

9 De (1) resistentia (a) solidorum (b) corporum (2) corporum fir (3) firmitate corporum L 10 modis (1) connecti inter se intelligi possunt. (2) connexae inter se intelliguntur. (a) Vis enim connectens (b) Vi enim adhibita L 11 invicem erg. L 11f. cohaesione, (1) vel ut (2) ut cum filum tendimus aut L 12–14 vel (1) si quam minimum a se invicem recedant (2) non (a) sunt (b) possunt a se (aa) vel (bb) invicem tantillum recedere, quin statim (aaa) frangantur, (aaaa) ut glacies et vitrum, (aaaaa) saltem ad sensu[!] (bbbb) quae saltem (cccc) quae tamen et ipsa aliquid f (bbbb) quod sensus de glacie aut vitro crassiusculis testari videtur, licet (bbb) abrumpantur, ut fit (aaaa) si (bbbb) cum duae [...] sibi applicatae (aaaaa) divellantur (bbbb) divelluntur (aaaaa-a). (bbbb-b) si (aaaaa-aa) ponamus (bbbb-bb) fingamus aerem [...] se recesserint. L 16 politas, (1) ita sibi a (2) ac politis (3) politisque superficiebus sibi applicatas L 18 pondere (1) et (2) aut L

15–S. 189.8 Experientia [...] libero: In N. 14₅, S. 218.10–20 wiedergegeben. 15 Experientia notum: Siehe etwa G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 12 (GO VIII, S. 59.13–23); P. GASSENDI, *Physica*, sectio I, lib. II, cap. IV (GOO I, S. 202a). 15 Tabulas planas: Siehe [Fig. 1] auf S. 189.

tabulas nitentis; vel etiam aliquando a sola plenitudine loci ambientis probe clausi. Ut si in vase firmissimo perfecte obturato, et aqua ita pleno, ut nec unica eius gutta amplius immitti possit, hae duae Tabulae sibi applicatae sint, tunc posito nihil nisi aquam intus esse, et aquam esse compressionis incapacem, et tabularum planitiem esse exactam, firmitatemque tabularum pariter et vasis insuperabilem; nulla vi tabulae poterunt 5 divelli: interstitium enim quantulumcunque uno momento a fluido irruente impleri impossibile est. Nunc autem cum omnia nonnihil cedant, poterunt divelli aliqua sane vi, sed necessario longe majore, quam in aere libero. Nos autem hoc loco de causa non solliciti, effectus tantum considerabimus, et consequentias, si solidorum Corporum partes hoc modo compactae intelligantur.

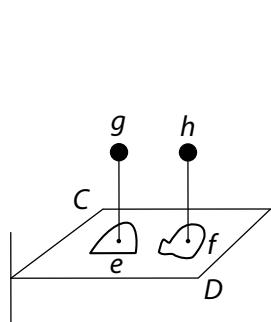
Ponamus autem vim divellentem niti in recta perpendiculari ad superficies divellendas, ut in rectis *eg* vel *fh*, et vim divellendi applicatam esse ad puncta *e* vel *f*, centra gravitatis superficie communis tabularum divellendarum, tunc manifestum est[:] si tabulae sint rigidae nullum locum prae alio laborare, sed divulsionem in omnibus aequi 10



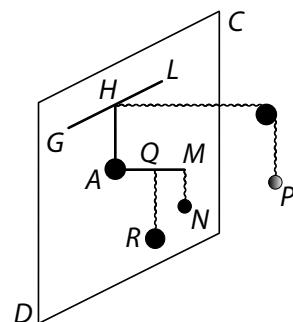
[Fig. 1]

1 plenitudine (1) rerum li (2) loci ambientis *L* 2 si (1) in vase aqua pleno perfectissime clauso, vi (2) in vase firmissimo perfecte (a) clauso, et (b) obturato, et aqua ita pleno, *L* 2f. amplius | ulla *gestr.* | immitti *L* 3 Tabulae erg. *L* 4f. tabularum (1) vasisque (2) planitiem esse [...] et vasis *L* 5 insuperabilem; | tunc erg. u. *gestr.* | nulla *L* 6f. divelli (1). (2): interstitium enim [...] uno momento (a) ab aqua (b) a fluido [...] impossibile est. *L* 7f. sed (1) longe majore, (2) necessario longe majore, *L* 8 libero. (1) Sed nos (2) Nos autem *L* 8 non erg. *L* 9f. si (1) solida hoc m (2) solidorum Corporum partes hoc modo *L* 11 vim erg. *L* 11 niti (1) perpendiculariter (2) in | linea *gestr.* | recta perpendiculari *L* 11 ad (1) superficiem (2) superficies *L* 12 *eg* (1) *fh*, (2) vel *fh*, *L* 13 gravitatis (1) superficerum (2) superficie *L* 13 tunc erg. *L* 13f. si tabulae sint rigidae erg. *L*

[Fig. 1]: Das Diagramm ist in *L* von einem gestrichenen, hier nicht wiedergegebenen Entwurf begleitet. 12 ut [...] *fh*: Siehe [Fig. 2] auf S. 190.



[Fig. 2]



[Fig. 3]

inchoari; manifestum est quoque vim quae avulsura sit tabulam *f* a tabula *CD*, fore ad vim quae avulsura sit *e* ab eadem *CD*, ut tabulae *f* superficies communis cum tabula *CD*, est ad superficiem communem tabulae *e* cum eadem *CD*, seu vires directe per centrum divellentes esse inter se ut superficies communes.

5 Est vero alias divellendi nisus quem vocabo circularem, ut si ponatur Tabula plana *CD* verticaliter erecta, eique applicata sit recta *GHL* horizonti parallela, cuius latitudinem hoc loco non considerabimus, ex cujus medio demittatur perpendicularis [*HA*] et ex *A* educatur ad tabulam *CD* normalis *AM*, sitque angulus rectus *HAM* mobilis circa centrum *A*, una cum linea *GL* affixa in *H*, a nisu ponderis *N* appensi in *M*, tunc nisum quo vis lineam *GL* a tabula *CD* avellere conatur voco directum, vel etiam per vectem, praecedentibus vero explicatum voco directum qualem pondus *P* exerceret, si vi ejus linea *GL* avellenda esset. Ubi primum noto[:] ut pondus *N* nititur agere per vectem *AM*, ita vinculum quod lineam *GL* Tabulae annexit, vicissim resistere per vectem contrarium

10 1 est | quoque erg. | (1) vires (2) vim (a) quae divulsura sit (b) quae avulsura sit *L* 2 eadem (1) *ED*, (2) *CD*, *L* 2 tabulae *f* (1) superficiem communem (2) superficies communis *L* 3 est erg. *L* 3 eadem | *CD*, erg. | seu *L* 3 directe (1) ex centro (2) per centrum *L* 6 applicata (1) linea (a) nem (b) | recta erg. | *g*(*hl*) (2) sit recta *GHL* *L* 7 *hA* *L* ändert Hrsg. 9 affixa | in *H*, erg. | (1) tunc is nisus quo po (2) a nisu [...] quo vis *L* 10 conatur (1) vocabo (2) voco *L* 11 vero (1) applicatam (2) explicatum *L* 11-S. 191.1 directum (1). Quods (2). Ubi primum noto: Nisum circularem (a) pond (b) si *AM* et *AH* sint aeq (3) qualem (a) exerceret (b) exerceret (c) pondus *P* (aa), ut autem (bb) exerceret, si vi ejus | linea erg. | *GL* avellenda [...] *AM*, ita (aaa) vim resisten (bbb) vinculum quod (aaaa) *GL* (bbbb) lineam *GL* (aaaaa) annexit (bbbb) Tabulae annexit, [...] nisum circularem *L*

5f. ut [...] *CD*: Siehe [Fig. 3].

11 praecedentibus: Vgl. S. 189.11–190.4.

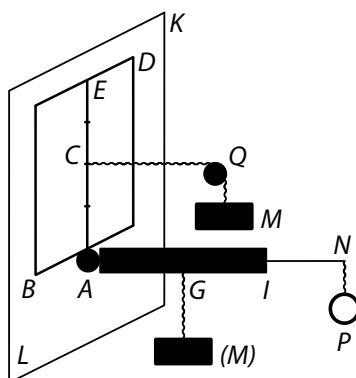
AH. Et proinde si vectis et vectis contrarius sint aequales[,] nisum circularem aequipollere directo, sive pondera *P* et *N* aequalia idem omnino esse effectura. Atque hinc habita comparatione unius nisus circularis cum directo, habetur omnium; nam omnes nisus circulares comparari possunt inter se. Sunt enim vires ponderum circulariter nitentium idemque efficientium in reciproca vectum ratione, ut si pondus *R* aequa avellere possit ac pondus *N*, erit ad ipsum ut *AM* ad *AQ*. Et proinde erit pondus *R* ad pondus *P* (id est *N*) ut *AH* (id est *AM*) ad *AQ*, seu pondus circulariter nitens est ad [directe] aequipollens, ut vectis resistantiae ad vectem nis(us.) [69 v°]

Hactenus omnia puncta evellenda aequaliter laboravere quoniam vim avellentem centro gravitatis omnium applicuimus aequabili erga omnia ratione. Nunc conjungamus 10 plura puncta inaequaliter resistantia, non quidem per se, sed per accidens[,] quia vectis resistantiae est inaequalis. Sit ergo linea *AE* verticalis quae a tabula *KL* (etiam verticali) circulari nisu sit avellenda, pondere aliquo appenso ad vectem *AI*; quod angulum rectum *EAI* moveat circa centrum *A*. Ponamus pondus *M* ope chordae *CQM* posse lineam *AE* directo nisu a tabula avellere vel potius cum ejus resistantia ita esse in aequilibrio ut 15 praecise avellere possit si vel minimum ponderis ipsi *M* accedat. Sumamus jam rectam *AI* aequalem ipsi *AE*, et pondus *M* seu vim divellentem, nempe resistantiae aequalem[,] distribuamus aequaliter per vectem *AI*, ut resistantia distributa est per vectem contrarium *AE*, nempe vectis *AI* sit cylinder ejus longitudinis quae est rectae *AE*, ejus vero crassitie, ut aequiponderet ipsi ponderi *M*, scilicet ut quemadmodum vis agendi ipsi resistentiae aequalis est, ita etiam utraque simili plane ratione distribuatur et applicetur, quo facto manebit aequilibrium, seu vectis *AI* (pondere aequalis ipsi *M*, positione autem

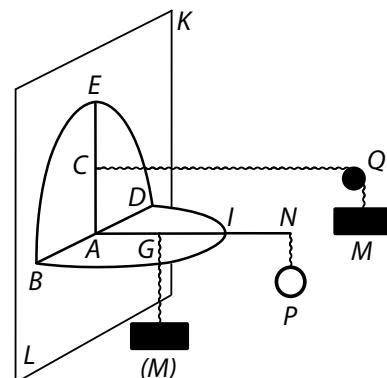
2 sive (1) pond (2) posito (3) pondus (4) pondera *L* 2f. hinc (1) facile (2) habetur (3) compa-
ratio nisus circul (4) habita comparatione [...] directo, habetur *L* 3 nam (1) caeteri (2) omnes *L*
4f. ponderum (1) in recipro (2) circulariter nitentium [...] in reciproca *L* 7 directum *L ändert*
Hrsg. 8 vectis (1) nisus (2) resistantiae ad vectem nis(us.) *L* 9 vim (1) appellantem (2) avell-
entem *L* 13f. nisu (1) circa centrum scilicet *A*, (2) sit avellenda, pondere | aliquo erg. | appenso
ad vectem *AI* (a) agenteque (b) | et erg. | circa centrum *A* | movente erg. | (c) ; quod angulum [...]
centrum *A*. *L* 14 ope chordae *CQM* erg. *L* 15 a tabula erg. *L* 15f. vel (1) ut rectius
(2) ut (3) potius cum [...] vel minimum | ponderis erg. | ipsi | *M* erg. | accedat erg. *L* 16 rectam
erg. *L* 17 *M* erg. *L* 17 nempe erg. *L* 18 distribuamus (1) per (2) aequaliter per *L*
18–20 contrarium *AE*, (1) manifestum est, si (a) vectis *M* aequipo (b) vectis *AI* aequiponderet ipsi *M*,
fore etiam (2) nempe vectis *AI* sit (a) ejus (b) cylinder ejus [...] est rectae (aa) *AD* (bb) *AE*, ejus [...]
ponderi *M*, (aaa) nem (bbb) scilicet *L* 20f. agendi | ipsi erg. | resistantiae *L* 21 ita erg. *L*
21 utraque erg. *L* 21 distribuatur et erg. *L*

12 linea *AE* verticalis: Siehe [Fig. 4] auf S. 192.

et applicatione similis vecti contrario AE) suo pondere in aequilibrio erit, cum resistentia lineae avellendae AE . Vectis autem iste AI in tali situ, suo pondere tantundem efficit, ac si ipse, vel pondus ei aequale M , libere suspensum esset ex centro gravitatis ipsius AI , nempe ex G , quemadmodum ita inde suspendimus (M), posito AG aequalē esse ipsi AC , seu AI ipsi AE . Unde sequitur pondus P suspensum ex vecte AN quoquac[.] si resistentiae par esse debet, fore ad pondus M , quod directe agendo cum resistentia in aequilibrio est, in ratione reciproca vectium seu distantiam suspensionis, AN , et AG , seu P ad M ut AC ad AN . Idem erit si pro linea AE sumatur rectangulum BD , cujus centrum sit C . Patet etiam[.] cum vectes ponderosi AG et AI vim in tali situ exerceant ut eorum quadrata, etiam resistentias rectangularum AC et AE ut earum quadrata esse.



[Fig. 4]



[Fig. 5]

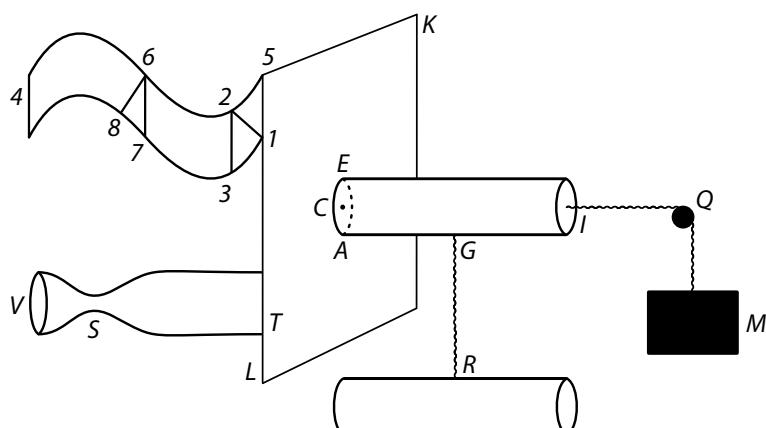
1 et applicatione erg. L 1 AE) (1) in aequilibrio (2) suo pondere in aequilibrio L 2 AI
 (1) tantundem ef (2) in tali [...] tantundem efficit, L 3 aequale (1) libere (2) M , libere L 4 ex
 erg. L 4 quemadmodum ita inde suspendimus (M), erg. L 5 pondus | quoquacunque gestr. |
 P suspensum L 5f. quoquacunque (1) debere esse ad p (2) si resistentiae par esse (a) debet (b) deb
 (c) debet, fore ad (aa) pondus directe (bb) p(on) (cc) M augendo ipsi (dd) pondus M , quod directe agendo
 (aaa) cum re (bbb) cum resistentia L 7 est, (1) ut (2) in ratione reciproca (a) suspensionum
 (b) vectium (aa) AN et (bb) seu distantiam suspensionis, AN , et L 8 si (1) AE (2) pro linea
 AE L 9-S. 193.1 sit C . (1) Sed (sic paterat ad) (2) Illud quoque consideranti manifestum erit
 resistentias vectis in AC , AE fore inter se ut earum quadrata. Nam ita quoque est vis vectis (a) ponder(i)
 (b) ponderosi AG ad vim vectis ponderosi AI (3) Patet etiam cum (a) vis (b) vectes ponderosi [...] tali
 situ (aa) habeant (bb) exerceant ut [...] resistentias rectangularum (aaa) AC (bbb) AC et AE [...]. Hinc vero L

Hinc vero aperit se nobis theorema generalissimum, quod eodem plane modo demonstrabitur: Sit Tabula plana *BED* quaecunque centrum gravitatis habens *C*, avellenda a Tabula *KL* vi ponderis *M* fune *CQM* trahentis, eaque vis cum resistantia seu adhaesione Tabulae ita sit in aequilibrio, ut quam minimo adiecto eam vincat. Hoc pondus *M* transformetur in corpus cylindricum cuius sectio horizontalis quaecunque, veluti basis *BID* sit prorsus aequalis et similis superficiei qua Tabula [BED] ad Tabulam *KL* applicatur, sitque figura *BID* similiter posita in plano horizontali ut *BED* est in plano verticali, respectu sectionis planorum communis *BAD*, ac proinde erit pondus *BID* eodem prorsus modo agens, tam quoad totum quam quoad partes, ut tabula *BED* tam quoad totum quam quoad partes resistit. Itaque necessario adhuc sunt in aequilibrio pondus *BID* (aequale ponderi *M*) et tabula [BED] adhaesione sua resistens, quia aequalium (resistentiae [BED] et ponderis *M*) distributio atque applicatio per omnia aequalis et similis (cum scilicet pondus *M* per figuram *BID* ipsi [BED] aequalem[,] similem et similiter positam distibuitur) nullam diversitatem inducere potest. Cumque corpus *BID* per modum vectis agens (uti tabula [BED] per vectem contrarium plane aequalem et similem resistit) perinde agat, ac si ipsum corpus *BID* vel ei aequale pondus (*M*) ex centro gravitatis suo *G* libere esset suspensum quemadmodum ex staticis notum est, et pondus *P* quodcunque suspensum a puncto aliquo *N* in ipsa *AI* (si opus producta) sumto ut idem

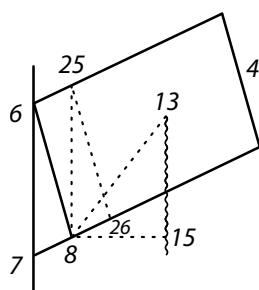
2 plana erg. *L* 2f. *BED* (1) avellenda a Tabula *KL*. (2) | quaecunque erg. | centrum gravitatis [...] Tabula *KL* *L* 3 trahentis, (1) quae (2) eaque *L* 3f. resistantia (1) Tabulae (2) seu adhaesione Tabulae *L* 4f. adiecto (1) vincat pondus *M*. (2) eam vincat. Hoc pondus *ML* 5–8 corpus | cylindricum erg. | (1) *BID* aequale et simile (a) et (b) tabulae *BED*, (aa) et (bb) similiterque (aaa) applicatum (bbb) positum in plano horizontali, ut tabula *BED* est in plano verticali, (2) cuius sectio horizontalis quaecunque, (a) ut media (b) veluti basis [...] qua Tabula | BEG ändert Hrsg. | ad Tabulam *KL* applicatur, sitque (aa) superficies plana (bb) figura *BID* [...] communis *BAD*, *L* 8 erit pondus *BID* erg. *L* 9 *BED* erg. *L* 11 *BEG L ändert Hrsg.* 11–14 quia aequalium | (resistentiae | BEG ändert Hrsg. | et ponderis *M*) erg. | distributio atque [...] et similis | (cum scilicet [...] *BID* ipsi | BEG ändert Hrsg. | aequalem similem [...] positam distibuitur) erg. | nullam diversitatem inducere potest erg. *L* 14–16 Cumque (1) idem sit (2) corpus *BID* [...] agens (uti (a) corpus (b) tabula | BEG ändert Hrsg. | per vectem contrarium plane | aequalem et erg. | similem resistit) perinde agat, *L* 16–S. 194.1 *BID* (1) ex *G* (2) vel ei [...] suo *G* (a) (posito *AG* et *AC* esse aequales (b) sit (c) libere esset suspensum (aa). Hinc si datum sit aliud pondus *P* quodcunque (bb) | quemadmodum ex staticis notum est, erg. | et pondus *P* quodcunque suspensum (aaa) ex (bbb) ut (ccc) ab *N* (ddd) ab extremitate (aaaa) ve (bbbb) brachii (cccc) vectis vel brachii *AN* (aaaaa) sit ad (bbbb) ut idem possit quod pondus *M* suspensum ex *G* (eee) a (fff) a puncto [...] producta) sumto (aaaa) ut a (bbbb) quod aeq (cccc) ut idem [...] est ad *AN*, *L*

2 Sit [...] *BED*: Siehe [Fig. 5] auf S. 192. 17 ex staticis: Siehe etwa J. WALLIS, *Mecanica*, pars II, cap. IV, prop. XVI (London 1670–1671, Bd. I, S. 132–134; WO I, S. 658–660).

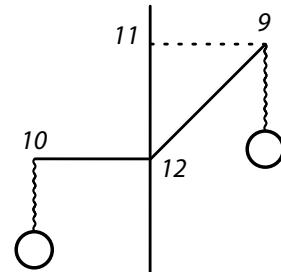
possit quod pondus (M), debeat esse ad pondus (M) vel AG vel AC est ad AN , itaque erit P ad M , ut AC ad AN ; sive pondus quod nisu circulari seu per modum vectis agens tabulae avellenda par sit, erit ad aliud pondus eidem directo nisu avellenda praecise par, ut altitudo centri gravitatis tabulae, ad longitudinem vectis. Atque ita compendio theorematis universalis assequimur, re ad terminos communis geometriae reducta, quod alias per multas propositiones frustra deducitur. [70 r°]



[Fig. 6]



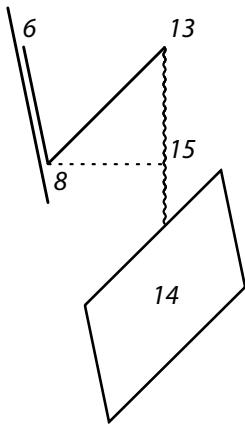
[Fig. 7]



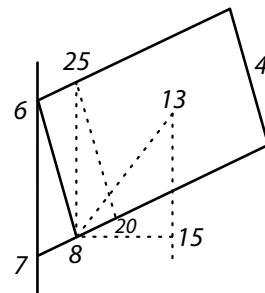
[Fig. 8]

3 agens erg. L 4 ut (1) distantia centri gravitatis tabulae a basi (a) ad ejus (b) ad longitudinem vectis (2) altitudo centri [...] longitudinem vectis. L

[Fig. 6] bis [Fig. 8]: Die Diagramme sind in L von gestr., nicht wiedergegebenen Entwürfen begleitet.



[Fig. 9]



[Fig. 10]

Si vero non pondus libere appensum vecti, sed pondus ipsius trabis sive vectis consideremus, hinc etiam facilis solutio est. Si enim parieti KL adhaereat trabs EAI quomodounque figurata, cujus superficies EA qua parieti adhaeret, sit etiam qualiscunque, modo in avulsione trabis tota simul avellatur, neque flexionis vel tensionis sit capax, sed ut rigidissima consideretur; tunc aestimatio ita inibitur, chorda GR verticalis transeat per centrum gravitatis trabis et trabs ipsa vel pondus ei aequale R suspensum intelligatur ex vecte vel brachio AG horizonti [parallelo], utique tantundem aget quantum trabs ipsa in situ EAI , ut autem M et R pondera tantundem efficiant, debet esse R ad M , ut AC

1 non | tam gestr. | pondus L 1 libere (1) affixum L 2f. enim (1) in muro KL (2) in (3) parieti KL (a) infixa sit trabs EAI quomodounque (aa) figurata (bb) firmata (b) appensa sit (c) adhaereat trabs EAI quomodounque (aa) firmata (bb) figurata, L 3 parieti (1) applicetu (2) adhaeret, L 3 sit (1) quaecunque (2) etiam qualiscunque, L 5f. inibitur, (1) pondus quod eam directo nisu avellere possit sit M , (2) centrum gravitatis (3) transeat (a) GR verticalis (b) re (c) recta GR verticalis (4) chorda GR [...] gravitatis trabis L 7 ex (1) AG (2) vecte (a) et (b) vel brachio AG L 7 parallela L ändert Hrsg. 8-S. 196.1 AC (1) ad A (2) (posito C [...] figurae AE) (a) ad A (aa) ut (bb) ut est AC (b) ad AG , per praecedentem. L

[Fig. 10]: Das Diagramm ist in L von einem gestrichenen, nicht wiedergegebenen Entwurf begleitet, der das Diagramm [Fig. 7] auf S. 194 wiederholt. 2f. Si enim [...] figurata: Siehe [Fig. 6] auf S. 194.

(posito *C* esse centrum gravitatis figurae *AE*) ad *AG*, per praecedentem. Ergo si pondus trabis projectae ex pariete sit ad pondus quod trabi directae avellendae praecise par est, ut altitudo centri superficie adhaerentis ad distantiam centri trabis a pariete, erit pondus trabis praecise par avulsioni.

5 Et hactenus quidem consideravimus parietem verticalem, et superficiem ipsi parieti applicatam, etiam verticalem, et rupturam fieri in superficie communi tabulae et trabis. Verum ista omnia mutari possunt, nam exempli causa facile patet Trabis *TV* locum aliquem *S* posse esse tam debilem, ut potius pondere partis *SV* in *S*, quam pondere totius *TV* in *T* frangatur. Item Trabem 5.4 posse esse ita flexam vel obliquatam, ut sectio 10 obliqua 1.2 sit multo minor sectione verticali 5.1 vel 2.3, et quidem tanto minor quantum satis est, ut potius in 1.2 quam 5.1 vel 2.3, et eodem modo potius in 6.8 quam 6.7, trabs frangatur. Quoniam autem non sola parvitatis ipsius 1.2, sed et obliquitatis ratio habenda est, quo enim major fit obliquitas, eo magis accedit nisus ad verticalem seu directum, et proinde eo minor est vis ponderis, cessante vel diminuta vectis ratione; eligendum 15 erit medium aliquod in quo facillima est avulsio quae haberi potest, tum nisus, tum resistantiae ratione. Et quidem ratione longitudinis vel parvitatis erunt resistantiae ut quadrata rectarum secantium 6.8 et 6.7, solae enim rectae secantes considerandae erunt si crassities trabis sit ubique aequalis, ac proinde nihil mutet, solumque planum unum seu sectionem verticalem quamcunque 4.6.7 considerare sufficiat. Ratione vero obliquitatis 20 nisus quoque diminui patet, nam si ex vecte obliqua 12.9 suspendatur pondus 9, distantia a fulcro sumenda est in normali 11.9, ita ut si pondera 10 et 9, item rectae normales

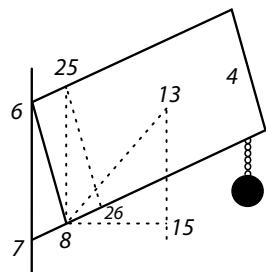
1–4 Ergo (1) pondus trabis | projectae erg. | erit ad pondus eam directe (2) vi (3) si pondus [...] ex pariete (a) sit ad a (b) sit ad pondus | quod erg. | trabi (aa) p (bb) directae avellendae praecise par | est erg. | , ut (aaa) cen (bbb) centr (ccc) altitudo centri (aaaa) superficie (aaaaaa) communis (bbbbbb) cum trabe parieti communis (bbbb) quod in superficie quam trabs (cccc) superficie adhaerentis [...] praecise par (aaaaaa) sibi a (bbbbbb) avulsioni. *L* 7 Trabis (1) *NP* (2) *TV* *L* 10 sit (1) minor (2) multo minor *L* 11 1.2 (1) vel (2) quam 5.1 vel *L* 11 et eodem [...] quam 6.7, erg. *L* 12 parvitatis (1) sed (2) ipsius (a) 2.1 (b) 1.2 (3) ipsius 1.2, sed *L* 14 cessante (1) vectis (2) vel diminuta vectis *L* 15f. aliquod (1), ita determinandum ut resistantia in 6.8 sit omnium minima. (2) in quo [...] resistantiae ratione. *L* 16 erunt erg. *L* 16–19 resistantiae (1) ut sunt (2) ut quadrata (a) sectionum (b) (si ponamus trabem esse ubique (c) rectarum secantium (aa), si ponamus t (bb), quea solae consi (cc), ut (dd) 6.8 et [...] erunt si (aaa) trabs ponatur esse (aaaa) parallelepipedum (bbbb) ubique aequa crassa, ita, ut sectio (aaaaaa) ubiq (bbbbbb) verticalis quaecunque sit aequalis 4.6.7. (bbb) crassities trabis [...] considerare sufficiat. *L* 20 nisus (1) erunt (2) quoque diminui patet, *L* 20 nam (1) ad (2) si *L* 21 in (1) perpendiculari (2) normali *L*

1 per praecedentem: Siehe S. 194.2–4. 7 Trabis *TV*: Siehe [Fig. 6] auf S. 194. 9 Trabem 5.4: ebd. 20 ex [...] 12.9: Siehe [Fig. 8] auf S. 194.

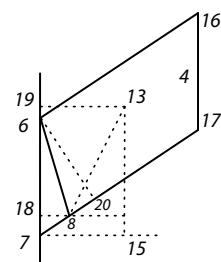
[12.10] et 11.9 sint aequales[,] futurum sit aequilibrium. Unde si a pariete obliqua tabula 6.8 esset avellenda pondere 14 appenso ad vectem obliquum 8.13, nulla quidem habebitur ratio obliquitatis ipsius parietis aut tabulae, sed tantum vectis, id est considerabitur non 8.13 longitudo vectis, sed sinus anguli 8.13.14 seu longitudo rectae normalis 8.15. Si ergo 13 sit centrum gravitatis ipsius portionis trabis 25.26.4, nempe quae pondere suo [avellitur] (nam etsi avellatur portio 6.8.4, tamen triangulum 6.8.25 potius retinet, ideo 5 compensandum aequali deprimente 8.25.26, ac proinde sola agit portio [25.26.4]) perinde erit ac si pondus 14, aequale huic portioni, ex vecte 8.13 ponatur suspensum, cuius vis aestimatur facto ex pondere 14 (seu 25.26.4) in vectem 8.15, seu solido ex plano 25.26.4 in altitudinem 8.15. Ad hoc solidum applicetur resistentia, quae est ut quadratum ipsius 10 6.8. Et quaeratur quomodo duci debeat 6.8 ita, ut factum ex [70 v°] plano 25.26.4 in rectam 8.15, divisum per quadratum ipsius 6.8, exhibeat quotientem omnium maximum; ita enim fiet ut trabs rumpatur secundum sectionem 6.8, etiam quando secundum alias sectiones vis non satis magna, resistentiave nimis magna est, ut secundum illas ne rumpi quidem possit. Res ergo reducta est ad problema ejus partis Geometriae quae agit de 15 maximis et minimis, cuius solutio semper in potestate est Analytici. Si pondus praeterea Trabi appensum erit, centrum gravitatis totius compositi ex portione 25.26.4 et pondere ei portioni appenso loco centri 13 adhibebimus. Ex quibus casus speciales facili calculo determinantur.

1 11.10 *L ändert Hrsg.* 2 avellenda (1) vecte obliquo (2) pondere 14 [...] vectem obliquum *L*
 4 anguli (1) 8.13.14 seu (2) 8.13.14 seu (a) normal (b) longitudo | rectae erg. | normalis *L* 5 ergo
 13 (1) ponatur esse (2) sit *L* 5–7 ipsius (1) Trabis (2) portionis trabis (a), (b) (nempe quae avelli
 ponitur) (aa) 6.7.4 (bb) 6.8.4 (c) 25.26.4, nempe quae pondere suo | avellit *ändert Hrsg.* | (nam etsi
 avellatur | portio erg. | 6.8.4, tamen [...] ac proinde (aa) solum (bb) sola agit (aaa) trapezium (bbb) portio
 (aaaa) 25.26.4 (bbbb) | 25.20.4 *ändert Hrsg.* |) *L* 8f. suspensum (1). Quod pondus aestimandum
 est (2), cuius vis aestimatur (a) rectangu (a) facto *L* 9 (seu (1) 6.8.4 (2) 25.26.4) in (a) 8.15
 (b) vectem 8.15, *L* 9 plano (1) 6.8.4 (2) 25.26.4 *L* 10 8.15. (1) Resis (2) Ad quam (3) Ad
 hoc solidum applicetur resistentia, *L* 11 quaeratur (1) quo casu (2) quomodo *L* 11 ita, ut
 (1) area ipsius (a) 6(18) (b) 6.8.13 in (2) factum ex (a) planit [70 v°] (b) 6.8.13 (c) plano 25.26.4
 in *L* 12 6.8, (1) quotientem (2) exhibeat quotientem *L* 13–15 rumpatur secundum (1) 6.8,
 etsi (2) sectionem 6.8 (a). (b), etiam quando [...] ut secundum (aa) alias sectiones (bb) illas ne rumpi
 quidem possit. *L* 16 minimis, (1) quod sem (2) cuius solutio semper *L* 16–19 Analytici.
 (1) Si pondus | aliquod praeterea erg. | trabi appensum erit, quaerendum est centrum (2) Si pondus [...]
 portioni appenso (a). (b) loco centri [...] calculo determinantur. *L*

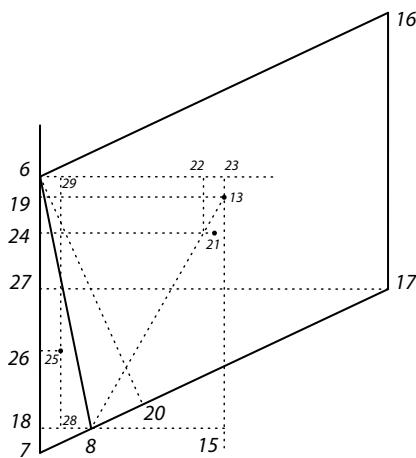
1f. si a [...] 8.13: Siehe [Fig. 9] auf S. 195. 4f. Si ergo [...] 25.26.4: Siehe [Fig. 7] auf S. 194.
 7 [25.26.4]: Die ursprüngliche Angabe 25.20.4 bezieht sich offenbar auf [Fig. 10], S. 195. Der
 Bezugswchsel ist unbegründet. 16f. Si pondus [...] erit: Siehe [Fig. 11] auf S. 198.



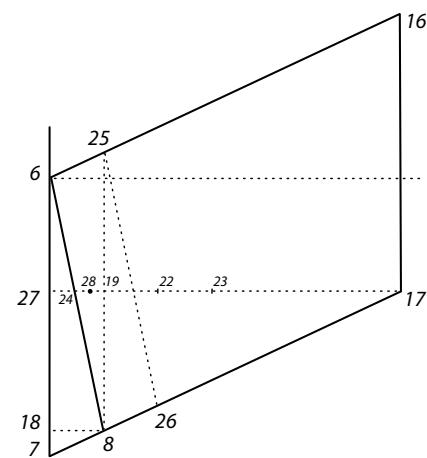
[Fig. 11]



[Fig. 12a, gestr.]



[Fig. 12b, gestr.]



[Fig. 12c, gestr.]

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Constructionem placet absolvere uno casu, simpliciore, si 6.7.4 sit parallelogrammum rhomboeides 6.7.17.16, quaeritur sectio qualem postulavimus, 6.8. Ex puncto 8 ducatur [8.18] normalis ad 6.7. Sit ipsius 6.8.17.16 centrum gravitatis 13, ex quo ducatur 13.19 normalis ad 6.7, et 13.15 perpendicularis ad 18.8 productam. Sit 6.20 ex 6 normalis ad 7.17. Erit [6.20] in 7.17 area parallelogrammi 6.7.17.16,

3 6.7.17.16, | cujus centrum 13 gestr. | quaeritur L
(1) dimittatur normalis (2) ducatur 13.19 normalis L

3 6.18 erg. L, ändert Hrsg.
5 19.20 L ändert Hrsg.

4 quo

2 Constructionem: Siehe [Fig. 12a] sowie [Fig. 12b].

unde si subtrahatur area trianguli 6.7.8, restabit area trapezii 6.8.17.16. Centrum gravitatis 13 ejusdem trapezii habebitur quia habetur tam 21, centrum gravitatis Rhomboidis 6.7.17.16, quam etiam (ex hypothesi datae rectae 6.8) centrum gravitatis Trianguli 6.7.8, quod sit 25, ergo momenta quoque tam rhomboeidis quam hujus Trianguli, assumto quocunque axe aequilibrii; si ergo momentum trianguli 6.7.8 detrahatur a momento rhomboeidis 6.7.17.16, restabit momentum trapezii 6.8.17.16, eoque diviso per aream ejusdem trapezii suprabitam, habetur distantia centri ejus 13 ab axe aequilibrii: et duo axes aequilibrii (non paralleli) sufficiunt ad determinandum centrum gravitatis 13, atque ita habentur omnia quae ad solutionem paulo ante requisivimus. Haec calculo ita exequemur: sunto

Rectae datae	6.20	7.17	6.24	21.24	17.27	7.27	6.7	
appellandae literis	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	
Rectae assumtae	6.18	18.8	Quaesitae	6.19	19.13	6.26	26.25	
	<i>x</i>	<i>y</i>		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	10

Area Rhomboeidis est ab . Area Trianguli 6.7.8 est $\frac{1}{2}hy$. Momentum Rhomboeidis ex Axe aequilibrii 6.7 est abe , ex axe aequilibrii 6.23 est abc . Momentum Trianguli ex axe 6.7 est $\frac{1}{2}hyp$, ex axe 6.23 est $\frac{1}{2}hyn$. Area Trapezii 6.8.17.16 est $ab - \frac{1}{2}hy$. Momentum Trapezii ex axe 6.7 est $abe - \frac{1}{2}hyp$. Hinc habetur Aequ. 15
 1: m aequ. $abe - \frac{1}{2}hyp \sim ab - \frac{1}{2}hy$. Similiter momentum Trapezii ex axe 6.23 est $abc - \frac{1}{2}hyn$. Hinc aequatio
 2, nempe $[m]$ aequ. $abc - \frac{1}{2}hyn \sim ab - \frac{1}{2}hy$. Jam 8.15 est $m - y$. Ergo nisus Trapezii quo frangere conatur 6.8 seu area ejus in 8.15 est $ab - \frac{1}{2}hy \sim m - y$, seu (per aequ. 1) $abe - \frac{1}{2}hyp - aby + \frac{1}{2}hyy$. Is est dividendus per

1f. ejusdem (1) areae ha (2) trapezii habebitur L 2 21, erg. L 3 6.7.8, (1) quod si (2) quod sit 25, L 5 6.7.17.16, (1) habebit (2) restabit L 6 ejus 13 (1) a c (2) ab axe aequilibrii: (a) et duabus autem axibus (b) et duo axes L 13 ab. | Eadem est fh . Ergo fh aequ. ab. gestr. | Area L 15f. $abe - \frac{1}{2}hyp$. (1) Ergo m aequal. $abe - \frac{1}{2}xyp$ divid. per $ab - \frac{1}{2}xy$ quae (2) Hinc habetur Aequ. 1:
 m aequ. $abe - \frac{1}{2}hyp \sim ab - \frac{1}{2}hy$. L 17 nempe erg. L 17 n L ändert Hrsg. 17 $ab - \frac{1}{2}hy$
 (1) seu abc (2). Jam 8.15 L 18 6.8 (1) est (2) seu area ejus in 8.15 est L

- quadratum ipsius 6.8, id est per $hh + yy$. Itaque quotiens aestimationis erit: $\overline{ab \ e - y + hy \ y - p} \sim hh + yy$. Est autem p seu 26.25 seu 18.28 pars tertia ipsius 18.8 seu y ex natura centri gravitatis trianguli, ergo erit: p aequal. $\frac{1}{3}y$. Et quotiens aestimationis erit $\overline{abe - aby + \frac{2}{3}hyy \sim hh + yy}$. Aequamus maximo z , compendi causa $abe - aby + \frac{2}{3}hyy$ vocetur t , et $hh + yy$ vocetur v , fiet $t \sim v$ aequ. z . Ergo secundum mea calculandi compendia $-\overline{v d\bar{t} + t d\bar{v}} \sim vv$ aequ. $d\bar{z}$, et faciendo $d\bar{z}$ aequ. 0, fiet: $v dt$ aequ. $t d\bar{v}$. Est autem $d\bar{t}$ aequ. $-ab + \frac{4}{3}hy$, et $d\bar{v}$ aequ. $2y$, eritque tandem: $-hhab \boxed{-abyy} + \frac{4}{3}h^3y \boxed{+ \frac{4hy^3}{3}}$ aequ. $2abey \boxed{-abyy} + \boxed{\frac{4}{3}hy^3}$. Ergo y aequ. $\frac{hhab}{\frac{4}{3}h^3 - 2abe}$. Est autem ab aequ. hf , fiet: y aequ. $\frac{h^3f}{\frac{4}{3}h^3 - 2hfe}$, seu $\frac{hhf}{\frac{4}{3}hh - 2fe}$. Seu $y : f :: hh : \frac{4}{3}hh - 2fe$. Est autem e seu [21.24] dimidia ipsius 17.27 seu f , et fiet: $y : f :: hh : 4hh - 3ff$.
- Area Rhomb. $fh, \nabla^{li} \frac{1}{2}hy$, ejus triplum $3hy \sim 2$. Ergo Trapezium est $fh - 3hy \sim 2$. (Mom.) Rhomb.
- 10 ex 6.7 est $fhh \sim 2$. Jam 18.8 est y . Et 27.24 est $y \sim 3$. Et 27.19 est y . (Et) 24.(19) est $2y \sim 3$. [Et]

1 Am Rand, gestrichen: $\frac{x}{b} \cdot \frac{x}{y} - \frac{x + dx}{y + dy}$

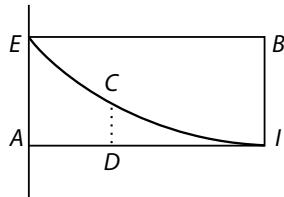
5 Am Rand, gestrichen: Sit $t \sim v$ aequ. z , fiet $d\bar{t}v$ aequ. $d\bar{v}t$ posito $d\bar{z}$ aequ. 0. Ergo $-10hl$ aequ. $6 - 2lh + 2ly, 2y$ seu $\frac{6lh - 5h}{6ll + 12}$ aequ. y .

1 est per (1) xx (2) $hh + yy$. L 1 erit: (1) $abe - \frac{1}{2}$ (2) $\overline{ab \ e - y + hy \ y - p} \sim (a) xx \ (b) hh + yy$. L 3f. $\overline{hh + yy}$. (1) Unde secundum calculum de Maximis et minimis fiet: $3ab$ aequ. $2hy$ (2) Aequamus maximo z , (a) fiet (b) compendi causa [...] v , fiet L 5 aequ. $t d\bar{v}$. (1) Seu fiet (2) Est autem L 6 tandem: (1) $\overline{hh + yy} \sim ab + \frac{4}{3}hy$ (2) $-hhab \boxed{-abyy} + \frac{4}{3}h^3y \boxed{+ \frac{4hy^3}{3}}$ L 8 21.19 L ändert Hrsg.

10 Jam (1) $\langle - \text{restat} \rangle$ (2) 18.8 est y . L 10 27.19 est y . (1) Et $\langle - \rangle .28$ (2) Est 28.14 bis (3) (Et) 24.(19) est $2y \sim 3$. | Est ändert Hrsg. | L

1 $\overline{ab \ e - y + hy \ y - p} \sim hh + yy$: Der Quotient heißt eigentlich: $\frac{ab(e - y) + \frac{1}{2}hy(y - p)}{h^2 + y^2}$. Der Fehler wirkt sich auf die folgenden Ableitungen aus. 6 $2abey \boxed{-abyy}$: Der getilgte Term heißt eigentlich $-2aby^2$ und darf somit nicht restlos getilgt werden. Der Fehler wirkt sich auf die folgenden Ableitungen aus. 8 fiet: $y : f :: hh : 4hh - 3ff$: Die Ableitung ist nicht korrekt. Das letzte Glied der Proportion sollte $\frac{4h^2 - 3f^2}{3}$ heißen. 9 Trapezium: Siehe [Fig. 12c] auf S. 198. Gemeint ist das Trapez 25.26.17.16.

24.28 est $2y \sim 9$. Ergo $\langle 27 \rangle .28$ est $5y \sim 9$, distantia centri triplicis trianguli ab axe. Ergo momentum 3plicis trianguli est: $3hy \sim 2 \sim 5y \sim 9$, seu $5hyy \sim 6$. Subtrahatur a $\langle \text{mo} \rangle$ mento rhomboidis. Restabit $\langle \text{mom.} \rangle$ trapezii $3fhh - 5hyy, \sim 6$, seu vis qua nititur $\langle \text{divida} \rangle$ tur per quadrat. 6.8 seu per $xx + yy$, et sit $y : f$ aeq. $h - x : g$ fiet yg aequ. $f h - fx$ et $\langle x \rangle$ aequ. $f h - gy \sim f$ et xx aequ. $ffhh - 2fhgy + ggyy, \sim ff$. $\langle - ex - \rangle$ erit: $ffhh - 2fghy + ggyy + ffyy, \sim ff$, seu $\langle - \rangle lf$ fiet: $hh - 2lhy + llyy + yy$. Et aestimatio $\langle - \rangle hh - 2lhy + llyy + yy$. [1 r^o] 5



[Fig. 13, gestr.]

Utile autem erit praeterea considerare, ut trabs vel corpus projectum ex muro vel pariete sufficientem habeat firmitatem, non semper necesse esse, ut aequali crassitie procurrat, velut AB , sed posse inter procurrendum attenuari ut $EAICE$; quia majus fit pondus trabis majorque vectis ratio, quo proprius acceditur ad parietem, ideo trabs magis laborat versus AE , quam circa C . Quaeritur ergo hic si de proprio pondere trabis $EAICE$ sustinendo sermo sit, qualis futura sit linea ECI , (AI existente recta horizontali,) ut nullam superfluam crassitatem trabs habeat et nihilominus ubique aequaliter resistat; adeoque ea sit ratio momenti ipsius portionis $CDIC$ ex centro librationis D ad suam resistentiam in CD , quae est totius $EAICE$ ex centro librationis A , ad suam resistentiam in EA . Sunt autem resistentiae rec-

2f. Restabit (1) $3fhh - 5hyy$ (2) $\langle \text{mom.} \rangle$ trapezii $3fhh - 5hyy, \sim 6$, $L = 6 - 8 hh - 2lhy + llyy + yy$. [1 r^o]
 (1) Sed quia subinde fit ut Trabs satis quidem firmata sit, ubi parieti jungitur, (a) sed (b) debilis autem alio loco (2) Utile autem erit | praeterea erg. | considerare, ut [...] esse, ut (a) aequa crassam (b) aequali crassitie procurrat, (aa) ut (bb) velut AB . $L = 10$ ergo erg. $L = 11f. ECI$, (1) ut (2) (AI existente recta horizontali,) ut $L = 12$ habeat (1). Hoc praestabatur, si trabs sit aequaliter ubique resistsens (2) et nihilominus ubique aequaliter resistat; $L = 13$ sit (1) resistentia (2) ratio L

5f. $\langle - ex - \rangle [...] hh - 2lhy + llyy + yy$: Auch aufgrund des Textverlustes erweisen sich die letzten Ableitungen als nicht nachvollziehbar. 7 praeterea: Der Text auf Bl. 1 r^o ist offenbar die Fortsetzung eines weiteren Textes.

tarum *EA*, *CD* ut earum quadrata, ut aliunde constat. Quaeritur ergo curva in qua momenta portionum abscissarum ex ordinatis ad quadrata ordinatarum, habeant rationem constantem semper eandem, [seu] Momentum portionis *CDIC* ad quadratum *CD* ut mom. totius *EAICE* ad quadr. *EA*, vel permutando; Mom. ipsius *CDIC* ad mom. ipsius *EAICE* ut quadr. *CD* ad quadr. *EA*. Sive quaeritur curva, in qua momenta portionum sint proportionalia quadratis basium. Hanc curvam esse parabolam non difficulter sciri potuit, quia proprietates parabolae satis notae sunt. Verum haec methodus inveniendi, quae memoria theorematum jam cognitorum nititur, non analyticā, sed synthetica, sive combinatoria est; nec semper succurrit; Analysi autem certa incidere in parabolam non jam praecognitam res paulo majoris artificii est, neque enim praestari potest per Algebraam, sed per aequationes transcendentēs. Idque calculo a me primum introducto ita brevissime fiet: *ID* sit *x* et *CD* sit *y*. Momentum ipsius *CDIC* ex vertice *IB* est $\int xy \bar{dx}$, quod si auferatur a [solido] cylindrico baseos *CDIC* altitudinis *ID*, seu a $x \int y \bar{dx}$ habebitur Momentum ipsius *CDIC* ex basi *CD*, quod debet semper esse proportionale quadrato ipsius *y*, adeoque assumendo *a* constantem, erit $x \int y \bar{dx} - \int xy \bar{dx}$ aequ. *ayy* cuius aequatio differentialis erit: $+ xy \bar{d}x + \int y \bar{dx} \bar{d}x - xy \bar{dx}$ aequ. $2ay \bar{dy}$ et destructis destruendis $\int y \bar{dx} \bar{d}x$ aequ. $2ay \bar{dy}$. Jam omnes aequationes differentiales simplices solvi possunt per curvas quarum aequationes communes sint etiam simplices. Itaque fiat *x* aequ. $b \cdot y^{\frac{h}{h-1}}$ erit $d\bar{x}$ aequ. $hb \cdot y^{\frac{h-1}{h}} \cdot dy$ et $y \bar{dx}$ erit aequ. $hb \cdot y^{\frac{h}{h-1}} \cdot dy$ et $\int y \bar{dx}$ erit

1 quadrata, (1) ut supra ostendimus (2) ut aliunde constat. *L* 2–4 eandem, (1) seu quod idem est, invertendo; in qua momenta portionum abscedentium sint proportionalia ordinatis abscedentibus (2) | seu erg. Hrsg. | Momentum portionis *CDIC* ad (a) momen (b) quadratum *CD* [...] permutando; Mom. (aa) *CDIC* ad (bb) ipsius *CDIC* [...] quadr. *EA*. *L* 5 portionum | abscissarum gestr. | sint *L* 5f. difficulter (1) scire poterat Galilaeus, (2) sciri potuit, *L* 6 parabolae (1) memoria tenebat, (2) satis notae sunt. *L* 6 inveniendi, (1) cum (2) quae *L* 8 certa (1) independenter a cognitis jam in (2) invenire curvam, etsi quis (a) nusquam par (b) parabolam nullo modo consideret (3) incidere in [...] jam praecognitam (a) cum (b) res *L* 9f. sed per (1) calculum transcendentem (a) secu (b) cujus regulas (c) quem secundum (2) aequationes transcendentēs. Idque calculo *L* 10f. ex (1) *CD* est (2) vertice *IB* est *L* 11 solido erg. Hrsg. 12f. *CD*, (1) quod proinde erit $-\int xy \bar{dx} + x \int y \bar{dx}$, (2) quod debet [...] constantem, erit (a) aequale *ayy* (b) $x \int y \bar{dx} - \int xy \bar{dx}$ aequ. (1) *ayy* *L* 13f. erit: (1) $xy \bar{dx} - d\bar{x} \int y \bar{dx} - xy \bar{dx}$ aequ. $2ay \bar{dy}$ seu $- d\bar{x} \int y \bar{dx}$ (2) $d\bar{x} \int y \bar{dx}$ (3) $+ xy \bar{dx} + \int y \bar{dx} \bar{d}x - xy \bar{dx}$ aequ. $2ay \bar{dy}$ (a) est (b) et *L* 14–16 Jam omnes aequationes (1) transcendentales (2) differentiales simplices solvi possunt per (a) curvas simpl (b) figurās simplices (c) curvas quarum [...] simplices. Itaque erg. *L*

1 aliunde: Siehe S. 192,9–10. Dieser Querverweis zeigt, dass der Text auf Bl. 1 r° den Text auf LH XXXVII 3 Bl. 69–70 fortsetzt. Vgl. auch die gestrichene Variante zum Textabschnitt *quadrata, ut aliunde constat*.

aequ. $\frac{hb}{h+1}y^{\frac{h+1}{2}}$ et $\int y \overline{dx} d\bar{x}$ erit aequ. $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h}{2}} \cdot d\bar{y}$. Ergo per aequ. 3 et 8 fiet: $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h}{2}} \cdot d\bar{y}$ aequ. $2ay d\bar{y}$
 seu $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h}{2}}$ aequ. $2a \cdot y^{\frac{1}{2}}$. Quae debent coincidere. Seu aequatio debet esse identica. Ergo potest dividi
 in duas: nempe $2h$ aequ. 1 seu h aequ. $\frac{1}{2}$, et $\frac{hbh}{h+1}$ aequ. $2a$ seu hbh aequ. $2ha + 2a$, vel per 13 et 11,
⁽¹⁴⁾ bb aequ. $4a$. Invenimus ergo tam h quam b , quarum valores in aequatione assumtia 4 inserendo, fiet
⁽¹⁵⁾ x aequ. $2\sqrt{a \cdot y^{\frac{1}{2}}}$, seu xx aequ. $4ay$, quae est aequatio ad parabolam, adeoque *IAECI* est Trilineum 5
 parabolicum concavum ad parabolam Conicam, cuius vertex *I* axis *IB*. Cumque Trilineum hoc sit tertia
 pars rectanguli circumscripsi *AB* sequitur trabem duabus tertiiis ponderis partibus carere posse, atque
 inde fieri triplo firmorem. [1 v°]

Sed quia hypothesis ista, quae corpus plane rigidum nec antequam frangatur, flexible supponit, raro
 in praxi locum habere potest, satius erit ad alteram Hypothesin accedere qua ponimus corpus antequam 10
 frangatur aut rumpatur flecti aut tendi.

[Hieran schließt sich der Entwurf N. 143 an.]

1 aequ. (1) $hhbb$ (2) $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h+1}{2}}$ (a) per 7 et 5 (b) et | per erg. | aequ. 7 et 5 (3) $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h}{2}} \cdot d\bar{y}$. L
 2 Quae debent coincidere. erg. *L* 5f. aequatio (1) ad parabolam cuius (2) ad parabolam, [...] parabolicum concavum (a) cuius vertex *I* (b) ad parabolam [...] vertex *I* *L* 6 *IB*. (1) Quae cum sit (2) Cumque Trilineum hoc sit *L* 7 posse, | salva firmitate, imo aucta *gestr.* | atque *L* 8f. firmorem. (1) Revera tamen cum corpora tenacitatem quandam habeant, (a) nec nisi (b) in praxi non (*aa*) parabolam (*bb*) figuram parabolicam sed triangulum adhiberi debere, et nec triplo sed duplo tantum firmorem reddi trabem [1 v°] (2) Sed quia *L* 9 corpus (1) non (2) plane rigidum nec antequam frangatur, *L* 9f. supponit, (1) in (2) raro in *L* 11 frangatur (1) flecti et tendi, quod non (2) aut rumpatur flecti aut tendi. *L*

1 $\frac{hbh}{h+1}y^{\frac{2h}{2}} \cdot d\bar{y}$: Der Term heißt eigentlich: $\frac{h^2b^2}{h+1}y^{2h}y'$. Der Fehler wirkt sich auf sämtliche folgenden Ableitungen aus.

14₃. EXPLICATIO MECHANICA ELASTRI

[Ende Januar – März / April 1683]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 16 Bl. 1, 20. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 1 mit Gegenmarke auf Bl. 20: Papier aus dem Harz; Textverlust auf Bl. 20 v°. Drei Seiten auf Bl. 1 v°, 20 r° und 20 v°; die Überschrift befindet sich auf Bl. 1 r°. Bl. 1 r° und die ersten vier Zeilen von Bl. 1 v° überliefern den letzten Abschnitt von N. 14₂ (S. 201.7–203.11), dem N. 14₃ ursprünglich angeschlossen war.

[1 r°]

Explicatio Mechanica Elastri

seu causa cur corpora per vim tensa sponte restitui videantur

10 [1 v°] Tensionis nomine intelligo vim quae corpori fit mutata figura vel volumine, sive diducatur ut chorda, sive comprimatur ut aer, sive partim diducatur partim comprimatur, ut baculus flexus cuius convexa diducuntur, concava comprimuntur[,] modo scilicet corpus dimissum se restituat. Tensio autem ista non tantum in corporibus illis locum habet, ubi sensu manifesta est, sed in omnibus quae sonum edunt, sonum enim omnem a corporis 15 percussi tensione quadam, et secuto tremore nasci constat. Vitrum ipsum flexible esse visu patet in tenuibus illis filamentis quae ex vitro duci possunt. Ut taceam experimenta vitri frigore contracti, item sono rupti. Illud solum interest, quod dura corpora parum admodum flectuntur et percussa, sese velocissime restituunt; quemadmodum et videmus facere chordas breves et tamen valde tensas. Durum igitur corpus ad Usum Mechanicum

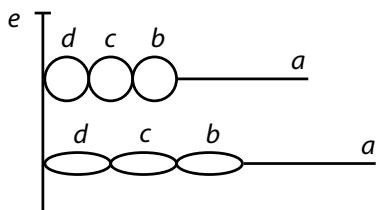
9 Am Rand: Verte

10 Tensionis | autem *gestr.* | nomine *L* 10 fit (1) mutata figura aut volumine, (2) mutato (3) mutata | figura vel *erg.* | volumine, *L* 11 ut chorda *erg.* *L* 12 cuius (1) exteriora di (2) convexa diducuntur, *L* 12f. modo scilicet [...] se restituat *erg.* *L* 15f. esse | visu *erg.* | patet (1) ex (2) in *L* 16 taceam (1) exemplum (2) experimentum (3) experimenta *L* 17 vitri (1) soni rupti, (2) item (3) frigore contracti, | item *erg.* | sono rupti. *L*

14f. sonum [...] constat: Siehe zu dieser Grundthese von Leibnizens Akustik die Texte N. 12₁ bis 12₃ in diesem Band. 17 frigore contracti: Wohl Anspielung auf einen Versuch der Accademia del Cimento „circa un effetto del caldo e del freddo“. Siehe L. MAGALOTTI, *Saggi di naturali esperienze*, Florenz 1666, S. 186. 17 sono rupti: Siehe N. 12₃, S. 117.8–10; 136.3–137.4. Dort verweist Leibniz auf D. G. MORHOF, *De scypho vitreo*, 2. Ausgabe, Kiel 1682, S. 16f.

optime explicabimus, si concipiamus tanquam constans ex fibris sive chordis brevibus iisque valde tensis, quae si etiam tenues praeterea sint aut rariores, fragile erit; sin crassae aut crebrae, firmum. Quin imo nullum arbitror in rerum natura dari corpus perfecte durum seu ἄτομον, quale supposuere quidam veteres; sed nec ullum esse perfecte fluidum, qualis est materia subtilis quorundam recentiorum; sed omnia aliquem habere gradum tenacitatis, ut non sine vi particulae vicinae a se invicem diduci possint, et eadem vi si possint rursus conjungantur, ea autem vis ab ambientis corporis adhuc fluidioris motu petenda est, qui ea disjunctio perturbatur: quemadmodum inde oriri dubium non est, quod videmus fieri in duabus bullis aquae, vel duobus orbiculis olei in aqua natantibus, qui ubi se contigerint subito in unum coeunt. Item quod videmus eosdem orbiculos pin- 10

5



[Fig. 1]

Am Rand, auf [Fig. 1] bezogen: Man kondte 3 tropfen oel wehlen die auffm waßer schwimmen, davon a mit einem stylo gezogen wird.

1f. fibris (1) exiguis valde (2) sive chordis [...] valde tensis L 2 aut rariores erg. L 3 aut crebrae erg. L 4 ἄτομον, (1) multo minus (2) sed (3) quale (a) supposuit Epicuri[!], multo minus (b) supposuere quidam veteres; sed nec L 6 sine vi (1) a se invicem (2) particulae vicinae a se invicem (a) removeri possint (b) diduci possint, L 6f. si possint erg. L 7 conjungantur, (1) quod (2) ea autem vis L 7f. ambientis (1) fluidi mo (2) subtilioris motu petendum (3) corporis adhuc fluidioris motu (a) petendum (b) petenda L 8f. quemadmodum (1) ab eo fieri (2) inde oriri [...] in duabus (a) guttis vel (aa) orbicu (bb) du (b) bullis (aa) vel (bb) aquae, vel duobus orbiculis L 10 coeunt (1); quae vis eti (2). Etsi autem ea vis exigua videatur (3). Item quod videmus L

4 quidam veteres: Die Annahme vollkommen harter Atome wird von PSEUDO-PLUTARCH, *Placita* I 3 besonders Epikur zugeschrieben. Siehe hierzu P. GASSENDI, *Physica*, sectio I, lib. III, cap. V (GOO I, S. 256b–257a). 5 materia [...] recentiorum: Siehe etwa R. DESCARTES, *Principia philosophiae*, pars II, § 66; pars III, § 49–52 (Amsterdam 1644, S. 63–65, 93–95; DO VIII, 1, S. 71–73; 104 f.). [Fig. 1]: Der Tropfen b im Diagramm hieß ursprünglich a. Dies erklärt die falsche Benennung in der auf das Diagramm bezogenen Randbemerkung.

- guedinis si stylo aliquo diducantur atque oblongi reddantur, mox dimissos se restituere et ad rotunditatem redire. Cujus restitutionis causa est, quod circulus est omnium figurarum isoperimetrarum [capacissima], sive in minimo [ambitu] plurimum materiae includens, ac proinde materiam comprehensam quam minimum corporis ambientis ictibus exponens.
- 5 Habemus ergo explicationes pure Mechanicas hujusmodi restitutionis, ut minime opus sit potentiam aliquam medium qualitatis physicae occultae titulo introducere quae modo quodam surdo atque [$\delta\phi\phi\eta\tau\omega$] corpora restituant; neque opus est ad omnem vim Elasticam, ut corporum volumen solidum, sed aliquando tantum ut ambitus seu superficies mutetur. Nam corpus per naturam majus minusque spatium vel volumen occupare nullo modo
- 10 potest nisi extraneo admisso vel emissio. At majori minorique superficie utique potest includi volumen idem, quod ad vim restitutionis in quibusdam casibus sufficit. Possumus enim intelligere corpora quaedam se restituentia ex innumeris partibus exiguis fluidis constare, instar guttarum atque bullarum, quae vi diducentis aut comprimentis flunt oblongae; at dimissae redeunt ad figuram orbicularem.
- 15 Cohaeret autem una gutta alteri, ex eo principio quo Tabulae duae politae in loco clauso pleno; de quo alias diximus. Quilibet autem locus mundi haberi potest pro clauso et pleno, et duae guttae se semper contingent non quidem in puncto, sed in aliquo tractu, ubi perfecte satis applicatae sibi possunt intelligi. Ponamus ergo versus *a* trahi guttam *b*.

2 redire. (1) Quia primi (2) Cujus restitutionis causa *L* 3f. isoperimetrarum | capacissimus ändert Hrsg. | , (1) et proinde (2) sive in minimo | ambitum ändert Hrsg. | plurimum materiae [...] proinde materiam (a) quam minimam in medio corporis heterogenei (b) ita (c) comprehensam quam [...] ictibus exponens (aa), quoniam hoc modo minimum (aaa) spat (bbb) s (ccc) circumferentiae occupans (bb). *L* 5–11 ergo (1) originem veram vis el (2) explicationem (3) explications pure (a) Mechanicam (b) Mechanicas (aa) vis Elasticas (bb) hujusmodi restitutionis, [...] qualitatis physicae (aaa) titulo introducere (bbb) occultae titulo [...] surdo atque | $\delta\phi\phi\eta\zeta\omega$ ändert Hrsg. | corpora (aaaa) restituant (bbbb) tensa (cccc) restituant; neque opus est ad | omnem erg. | vim Elasticam, ut corporum volumen (aaaaa), sed (bbbbbb) solidum, sed | aliquando erg. | tantum ut [...] potest nisi (aaaaa-a) parte adm (bbbbbb-b) extraneo admisso vel emissio. At (aaaaa-aa) majorem (bbbbbb-bb) majore minoreque superficie (cccc-cc) majori minorique superficie [...] ad vim (aaaaa-aaa) Elasticam (bbbbbb-bbb) sufficit (cccc-ccc) restitutionis in quibusdam casibus sufficit. *L* 12 corpora (1) Elastica (2) quaedam se restituentia *L* 13f. constare, (1) quae (2) instar guttarum [...] quae vi (a) trahentis aut (b) diducentis aut comprimentis flunt (aa) oblique (bb) oblongae; *L* 15 quo (1) Tabula una (2) Tabulae duae *L* 16 quo (1) supra (2) alias diximus. (a) Totus autem (b) Quilibet autem *L* 18 intelligi. (1) Ponamus er (2) Ponamus ergo (a) guttam *a* trahi (b) versus *a* trahi guttam *b*. *L*

6 potentiam aliquam medium: Siehe etwa H. FABRI, *Physica*, tract. I, lib. II, prop. LII (Bd. I, Lyon 1669, S. 60b). 16 alias: N. 14₂, S. 188.15–189.8 und N. 14₅, S. 218.10–20. 18 Ponamus [...] guttam *b*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 205.

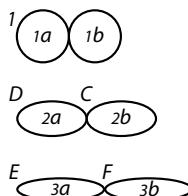
Ea cum osculetur guttam *c* quantulocunque velut labio, ab ea non statim divelletur, sed eam secum trahere conabitur, et haec vicissim guttam *d* quam ponamus parieti immobili *e* adhaerere osculo aliquo, is ergo cum sequi non possit, retineatque guttam *d*, ideo guttae omnes antequam a se invicem divellantur, oblongae fient, idque tamdiu donec vis materiae ambientis (quae dilatationi earum resistit, et, ob crescentem continue dilatationem, seu superficiem quam occupant, etiam continue crescit) major fiat quam vis qua earum labia cohaerent, quae semper eadem permanet, aut certe non major, sed potius osculis diductis, minor fit. Tunc ergo guttae a se invicem divelluntur. Unde manifestum est ad explicandam corporum firmitatem atque cohaesionem non esse opus atomis, figurisque eorum hamatis atque uncinatis, imo nec opus esse semper particulis ramosis atque filamentis implexis, 10 cum rursus quaeri possit unde unci illi atomorum [20 r^o] suam firmitatem, ramique aut filaments suam habeant tenacitatem; videmus enim firmitatem ultima analysi revocari posse ad simplicissimum naturae artificium, guttas, aut si cavae sint, bullas sibi invicem apponentis, ex quibus in longum ordinatis paulatim filaments ducuntur, et ex his fibrae texuntur. Guttas autem ipsas connectit et format ipsa [earum] heterogeneitas ab ambiente 15 seu materiae ex qua conflantur a materia in qua conflantur diversitas secundum crassitatem et subtilitatem. Quodsi cavae sint guttae, id est si sint bullae, etiam materia inclusa oblongitati bullarum renitur, quoniam ita libere satis atque aequabiliter moveri intus non potest, atque proinde resistentia illa tam a materia exteriorem convexam, quam interiorem concavam superficiem ambiente peti potest. Fieri etiam potest ut guttulae 20

1f. sed (1) gutta (2) eam *L* 2f. ponamus (1) mobili (2) parieti immobili *e* adhaerere | osculo aliquo, *erg.* | (*a*) qui (*b*) is *L* 3 ideo guttae *erg.* *L* 4f. vis (1) quae (2) materiae ambientis (quae *L* 6 major (1) vis (2) fiat quam vis *L* 6f. earum (1) oscula co (2) labia cohaerent, *L* 7 osculis diductis, *erg.* *L* 8f. Unde (1) intelligi (2) manifestum est ad explicandam (*a*) rerum fi (*b*) corporum firmitatem *L* 10f. esse (1) ramosis (2) semper particulis ramosis atque (*a*) intectis (*b*) | filamentis *erg.* | implexis, (*aa*) sed (*bb*) cum *L* 11 possit (1) cur (2) unde *L* 12f. tenacitatem; (1) sed (*a*) simplicis (*b*) ultima firmitatis analysi (2) sed (3) videmus | enim *erg.* | firmitatem ultima [...] ad simplicissimum *L* 13f. guttas, (1) quae si (2) aut si cavae sint, (*a*) bullas (*b*) bullas sibi invicem (*aa*) ad eo (*bb*) annexentis (*cc*) apponentis, *L* 14 quibus | in longum ordinatis *erg.* | (1) sibi (2) paulatim *L* 14f. ducuntur, (1) aut fibrae texuntur. (2) et ex his fibrae texuntur. *L* 15-17 Guttas autem [...] format ipsa | eorum ändert Hrsg. | heterogeneitas (1) seu diversitas materiae (2) ab ambiente seu (*a*) diversitas (*b*) materiae ex [...] a materia (*aa*) unde (*bb*) in qua [...] et subtilitatem. *erg.* *L* 17f. bullae, | etiam *erg.* | materia inclusa | etiam *gestr.* | oblongitati *L* 18 ita | compressa *gestr.* | libere *L* 18 atque aequabiliter *erg.* *L* 19f. proinde (1) renitus ille (2) resistent (3) resistentia illa (*a*) tam ab exter (1) tam a materia (*aa*) sive (*bb*) exteriorem convexam, (*aaa*) sive (*bbb*) quam interiorem concavam superficiem ambiente *L*

illae jam tensae atque in situ [oblongo] deprehensae, congelentur atque obrigescant, cum scilicet motus partium ex quibus ipsae guttae conflatae sunt, fit lentior; vel etiam fieri potest ut tensioni tali assuescant, quemadmodum videmus multa Elastræ diu tensa vim Elasticam amittere, quoniam fluidum ambiens paulatim se quoque novis meatibus, et 5 novos meatus sibi accommodat. Hoc facto imposterum situs ille oblongus guttarum vel bullarum habendus erit pro naturali et si ab eo dimoveantur longiusque extendantur, ac magis fiant [oblongæ], et si ad rotunditatem revocentur id quoque tensio erit.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Si jam ponamus guttam aliquam, ut olei, in corpore heterogeneo, ut aqua, positam turbare in ratione 10 superficie, adeoque vim qua gutta olei *1a* tensa est usque in *2a*, esse ad vim qua tensa est usque in *3a* ut superficies guttae *2a* ad superficiem guttae *3a*; sitque porro superficies guttae [Text bricht ab.]



[Fig. 2, gestr.]

Aliis multis modis explicari potest vis Elastica, sed omnium principium commune est, motus partium fluidi varius et concitatus, illi similis, qui in meditullio aquae igni supposito ferventis aut baculo fortiter agitatae oculis ipsis notari potest, si qua corpuscula 15 levia per aquam transparentem visibilia in ea sursum deorsum innumerabilibus modis ferri concipientur. Si enim corpus aliquod in tali fluido reperiatur, quod sit crassius ipso fluido, neque in partes tam minutæ sese dividi patiatur, in quas ipsum fluidum disper-

1 illæ (1) tensæ (2) jam tensæ atque in | illo gestr. | situ | obliquo ändert Hrsg. | deprehensæ, *L* 1f. obrigescant, (1) aut etiam ut (a) cesseret (b) fluidum ambiens (2) sive quod motus (3) cum scilicet [...] fit lentior; *L* 3 potest (1) tensi (2) ut (a) aliquandiu in situ tensionis m (b) ten (c) tensioni tali [...] diu tensa *L* 5 ille (1) obliqu (2) oblongus *L* 7 fiant | oblique, ändert Hrsg. | (1) id tensio erit (2) vel ad remo (3) et si [...] id quoque (a) erit (b) tensio erit. *L* 10f. in *sa* (1) esse (2) ut *L* 11 guttae *sa*; (1) sintque (2) sitque *L* 13 motus (1) fluidi (2) partium fluidi *L* 14–16 aut (1) fortiter agitat (2) baculo fortiter agitatae | oculis ipsis erg. | notari potest, (a) is enim (b) si qua [...] sursum deorsum (aa) ferri, atque (bb) innumerabilibus modis ferri (aaa) conspiciantur (bbb) concipientur. Si enim *L* 16 crassius (1) quam (2) ipso *L* 17 neque (1) easdem divisiones (2) in (a) partes (b) partes tam [...] dividi patiatur, *L*

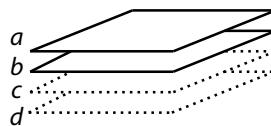
gitur, id partes fluidi sese minores et in se incurrentes, repellit, neque se ab illis statim in diversa detrahi comminuique patitur; ac proinde necessario motum fluidi turbat, unde sequitur, ut vel plane a fluido expellatur, vel ab eo comprimatur in minimum spatium, aut certe minimam superficiem cuius capax est, ut quam minimum turbet. Et quia fluidum ambiens corporis interspersi partes dissipare conatur, multo magis discretas jam aut flexiles a se invicem dimovet[,], ut sint rarae nantes in gurgite vasto magnosque inter se pro liberiore [ipsorummet] gyratione et fluidi intercurrentis motu, meatus relinquant, in quo consistit corporum rarefactio sive dilatatio, et vicissim condensatio sive compressio, et causa cur majus minusque spatium (in speciem saltem) occupare affectent. Quanquam non omnes quod occupant impleant. Atque hinc habetur origo mechanica fluidi alicujus 10 Elastic, quale est aer. Sane viri quidam docti aeri tribuunt partes flexiles ad instar ramorum aut floccorum lanae, aut plumarum avium Norwegicarum, incolis Edder-dunen quae pressae cedunt, et liberatae se restituunt, usque adeo ut quantum in lecto sufficiat homini probe tegendo intra manum comprimi possit. Sed hi dicere porro debent, unde ramusculi illi, aut ipsi pili suam habeant vim restitutricem; quanquam ergo nunc quidem 15 discutere non liceat, an non revera aer ex hujusmodi floccis componatur; quia tamen non tam de aere, quam in genere de fluido quodam per se elasticico, sive aliud elasticum non

1 id (1) necessario fl (2) motui ipsius (3) partes fluidi L 2 detrahi (1) patitur (2) comminuique patitur; L 2f. unde (1) necesse est (2) sequitur, L 4–11 turbet. (1) Ex his possumus ex (2) Nulla tamen facile simplicior occurret ratio, quam per guttulas illas sive bullulas, paulo ante adhibitas. Atque hinc (3) Et quia (a) dissipantur part (b) corporis (c) fluidum ambiens [...] discretas jam (aa) dissipabit et disperget, ut sint (bb) aut flexiles (aaa) (usque) (bbb) a se [...] gurgite vasto (aaaa) in quo uti spongia dilatatur in aqua, (bbbb) in quo (cccc) magnosque inter se pro liberiore || ipsorummet ändert Hrsg. | gyratione et erg. | fluidi (aaaaa) diss (bbbb) dist (cccc) intercurrentis motu, (aaaaa-a) ipsiusque (bbbb-b) ipsorumque heterogenei interspersi corpusculorum gyratione (cccc-c) meatus relinquant, [...] Atque hinc (aaaaa-aa) facile explicari (aaaaa-aaa) operat (bbbb-bbb) poterit (bbbb-bb) habetur origo | mechanica erg. | fluidi (aaaaa-aaa) cuj (bbbb-bbb) alicujus Elastic, L 11 aer. (1) Nam (2) Sane viri | quidam erg. | docti (a) qui (b) aeri L 12 aut plumarum [...] incolis Edder-dunen erg. L 13 pressae (1) sese (2) cedunt, et liberatae se L 13f. usque adeo ut quantum (1) homini (2) in lecto [...] Sed hi erg. L 15 aut (1) illa filamenta (2) ipsae lanae (3) ipsi pili L 15f. ergo (1) negare (2) non velim dispū (3) nunc quidem discutere non (a) vacet (b) liceat, L 16 componatur; (1) nolo tamen (2) quia tamen L 17 quam (1) de (2) non (3) in genere L 17 sive (1) alio (2) aliud L

11f. viri [...] lanae: Siehe etwa R. BOYLE, *Nova experimenta physico-mechanica*, Oxford 1661, S. 16; B. PASCAL, *Traitez de l'équilibre des liqueurs*, Paris 1663, S. 48f. (PO III, S. 197).

supponente, mechanice explicando agitur, primum Elastri talis principium explicandum fuit. [20 v°]

Habito semel corpore fluido Elastico facilius explicabitur natura corporum sensibilium Elasticorum, ut chordarum tensarum, arcuumve. Duas Tabulas *a* et *b* assumamus non ut supra politas sibique perfecte applicatas sed utcunque asperas intervallumque *ab* relinquentes, sed arctius quam ut fluido illi Elastico quale est aer per ipsum pateat aditus[:] licet enim is valde subtilis sit, quia tamen nihil est tam subtile, quin alterius comparatione possit dici crassum, utique dabuntur angustiae in quas penetrare non possit, quoniam scilicet non in quamlibet subtilitatem se dividi patitur. Itaque pondere suo aut Elastica vi, vel ambobus, aer resistet duas Tabulas magis adhuc a se invicem amovente conanti. Et si vis amoventis praevaleat[,] ponamus tabula *a* manente immota, tabulam *b* dimoveri ab ea usque in *c*, sed intervallum *ac* adhuc esse minus quam ut aer per ipsum



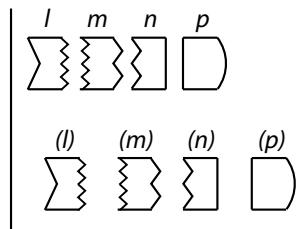
[Fig. 3]

1f. explicando (1) quaero, (2) dicam (3) di (4) agitur, (a) dici poterit, (b) concipiamus (aa) Aerem compositum (bb) tale fluidum velut compositum ex (aaa) tribus (bbb) duobus fluidis (aaaa) uno quod sit instar (bbbb) uno vim faci (cccc) quemadmodum si concipiamus sanguinem, aut alium liquorem ex aqua (aaaaa) ex (bbbb) et guttulis pinguibus undique per eam (aaaaa-a) disse (bbbb-b) in meditullio pariter et extremitate disseminatis, constantem, eundemque (aaaaa-aa) igniculis immixtis o (bbbb-bb) calo (cccc-cc) effluviis igneis penetrantibus (ddddd-dd) calore (aaaaa-aaa) aliaque (bbbb-bbb) aliave causa agitatum. Et quidem intelligamus guttulas illas (aaaaa-aaa) arctissime consti (bbbb-bbb) pingues arctissime constipatas compressasque ab externa causa vel aliarum guttularum incumbentium pondere (gravitatis enim causam mechanicam jam (aaaaa-aaaaa) dudum (bbbb-bbbb) tum reddidimus) ita ut (aaaaa-aaaaa-a) loco rotunditatis in oblon (bbbb-bbbb-b) pro guttis rotundis oblonga filamenta repraesentent, (aaaaa-aaaaa-aa) manifestum est, remittente, (bbbb-bbbb-bb) expulso (c) primum Elastri | talis erg. | principium explicandum (aa) fuit: (bb) fuit. *L* 3f. corporum (1) Elasticorum (2) sensibilium Elasticorum, *L* 4 arcuumve. (1) Ponamus (2) Duas Tabulas *a* et *b* assumamus *L* 5f. intervallumque (1) *a* et *b* (2) *ab L* 7 aditus (1) ut circu (2) licet *L* 7 is (1) sit (2) valde subtilis sit, *L* 9 scilicet | aer gestr. | non *L* 9f. Itaque (1) aer (2) vel (3) pondere suo (a) atque (b) aut Elastica [...] ambobus, aer *L* 12 esse (1) crassius (2) minus *L*

1f. explicando [...] fuit: In der gestr. Unterstufe (bbbb-bbb) der Variante (4) wird auf die Erklärung der Schwerkraft in G. W. LEIBNIZ, *Hypothesis physica nova*, § 16 ff. (LSB VI, 2 N. 40, S. 227 ff.) angespielt.

4 Tabulas *a* et *b*: Siehe das Diagramm [Fig. 3]. 5 ut supra: S. 206.15–18.

possit intrare; itaque adhuc resistet Tabulas diducere volenti, imo dimittente eo qui diduxit (si possit) tabulam *b* rursus repellat ex *c* in locum *b*. Et magis resistet porro diducere volenti ex *c* versus *d*, quam restitit diducenti ex *b* versus *c*:] ob eam plane causam, quae facit ut in exantlando aere ex recipiente Magdeburgico sub finem majorem resistantiam sentimus, quia scilicet aeris inclusi in vase, hoc loco inter tabulas *a* et *b* initio intercepti, et ob angustias elabi non potentis, atque inclusu aequiparandi, Elastrum diminuitur; itaque tamdiu crescat resistantia donec ad extreum, tabula *b* usque ad *d* seducta, intervallum *ad* satis amplum fiat, ut aeri externo pateat aditus, quo facto divellentur Tabulae. 5



[Fig. 4]

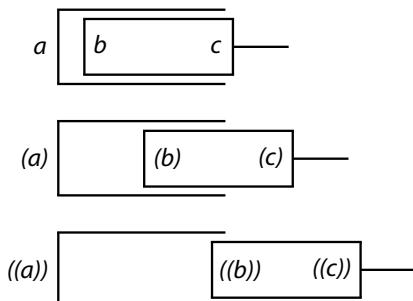
Unde jam manifestissime haberi potest origo corporis, quod chordae tensae effectum praestet. Fingamus enim tantum chordam constare ex partibus *l. m. n. p* utcunque irregularibus et asperis, sibique solummodo appositis, sine ulla hamis ullaque implicatione; modo intervallum sit tam exiguum ut aeri per ipsum nullus pateat aditus, tunc perinde erit, ac si arctissime sibi essent implexae, aut perfecte applicatae instar tabularum politarum; ac proinde non sine vi diduci poterunt, resistantia semper diducendo crescente, donec ubi intervallum justo magis factum erit alicubi, sequatur solutio sive ruptura. 15 Itaque ob ambiens fluidum elasticum fit ut partes discretae contiguis, imo quodammodo continuis implexisque aequiparentur et vicinia pro glutine erit. Nec refert, quod chorda-

1 intrare; (1) adhuc (2) itaque adhuc *L* 1 Tabulas (1) comprimere (2) diducere *L* 1f. dimittente eo qui diduxit erg. *L* 3 diducenti ex (1) *c* versus *d* (2) *b* versus *c* *L* 4 aere ex (1) vase (2) recipiente *L* 5 scilicet (1) vis (2) aeris inclusi (a) ela (b) in vase, *L* 5 tabulas erg. *L* 6 potentis, (1) et perinde (2) atque *L* 8 externo erg. *L* 11 et asperis, erg. *L* 11 sibique (1) simpliciter (2) solummodo *L* 17 et vicinia pro glutine erit erg. *L* 17–S. 212.1 quod (1) experimenta (2) chordarum et arcuum *L*

4f. exantlando [...] sentimus: Siehe O. VON GUERICKE, *Experimenta nova*, lib. III, cap. 3, Amsterdam 1672, S. 75. Mit *recipiens Magdeburgicus* meint Leibniz ein luftentleertes Gefäß wie die von Guericke bei seinen Versuchen verwendeten.

rum et arcuum tensio, etiam in Recipiente Magdeburgico exhausto, eadem vi indigeat, ac proinde aeri non posse ascribi videatur; nam intelligendum est subtiliorem quandam aeris portionem gravitatis et elastri non expertem in recipiente superesse[;] quam nullo modo exhauriri posse, sed per intervalla viam invenire, experimentis constat quae peculiari annotatione explicuimus. Huic itaque et chordarum elastrum tribuendum est.

Quibus positis eadem evenient in tensione chordae, quae in eductione emboli ex aliquo siphone quem proinde sub calculum revocare suffecerit. Sit siphon *a*, ex quo educatur embolus *b* usque ad intervallum *(a)(b)* et postea adhuc amplius usque ad intervallum *((a))((b))*, constat ejusdem aeris *ab* duo diversa Elastrum in locis *(a)(b)* et *((a))((b))* esse inter se in reciproca ratione spatiorum quae occupat, seu Elastrum aeris *ab* in loco *((a))((b))* esse ad Elastrum ejusdem aeris in loco *(a)(b)* ut spatium *[(a)(b)]* ad spatium



[Fig. 5]

nam (1) intelligenda (2) intelligendum est (a) subtilior quaedam (b) subtiliorem quandam *L* expertem | in recipiente erg. | superesse (1) quae (2) quam nullo modo exhauriri (a) potest, (b) posset, (c) posse, sed per (aa) ipsos poros (bb) intervalla viam invenire experimentis (aaa) compertum est (bbb) constat | quae peculiari annotatione explicuimus. erg. | Huic itaque | et erg. | chordarum (aaaa) tensio tribuenda (bbbb) elastrum tribuendum est. *L* evenient in (1) chorda tensa, quae (2) tensione chordae, quae *L* 6f. ex (1) vacuo (2) recipiente Magdeburgico (3) aliquo siphone *L* quo (1) eductus (2) educatur *L* 8 *b* usque ad (1) intervallu (2) (b) (3) intervallum *(a)(b)* *L* 9 constat (1) Elastrum aeris (a) inclusi (b) in loco (c) esse in (2) ejusdem (a) ess (b) portionis (c) aeris *ab* [...] in locis (aa) (a)(b) (bb) (a)(b) *L* 10 inter se erg. *L* 11 *ab* *L* ändert Hrsg.

4f. peculiari annotatione: Möglicherweise Anspielung auf *LSB VIII*, 1 N. 48. Dort hatte sich Leibniz im Frühjahr 1673 mit den Versuchen über das Vakuum auseinandergesetzt, über die C. HUYGENS in *JS*, 25. Juli 1672 (Pariser Ausgabe, S. 133–140; *HO VII*, S. 201–206). 7 Sit siphon *a*: Siehe das Diagramm [Fig. 5].

((a))((b)), at quanto minus est Elastrum aeris inclusi, tanto major est potentia aeris externi Embolum intrudere conantis in siphonem, quia illa antea, solo [elastro] inclusi aeris, tanquam aequilibrio retinebatur, itaque potentia aeris externi [embolum in] siphonem intrudere conantis, erit proportionalis eductioni emboli seu spatio quod embolus deseruit, seu id est, quod aer inclusus praeter solitum occupavit, sive erit proportionalis dilatationi. Unde sequitur chordae ejusdem tensiones, sive *(longitudinum solitarum)* accessiones esse ponderibus tendentibus proportionales. *(Quod est) theorema fundamentale; sed hoc peculiari schediasmate diligenti(us propositum est demonstratum)que.*

5

1 at (1) quantum decessit (2) quanto minus [...] aeris inclusi, (a) tantum accessit potentiae (b) tanto major est potentia L 2 antea *erg. L* 2 elastri *L ändert Hrsg.* 3 embolum in *erg. Hrsg.*
4 eductioni emboli seu *erg. L* 5 id est *erg. L*

8 peculiari schediasmate: Möglicherweise Anspielung auf den Entwurf LH XXXVII 3 Bl. 125–127.

14₄. SOLIDUM UBIQUE AEQUIRESISTENS

[Ende Januar – März / April 1683]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 14, 2 Bl. 39. Ein Blatt 2°. Eine Seite auf Bl. 39 r°; Bl. 39 v° ist leer. Bl. 39 r° überliefert zudem N. 15.

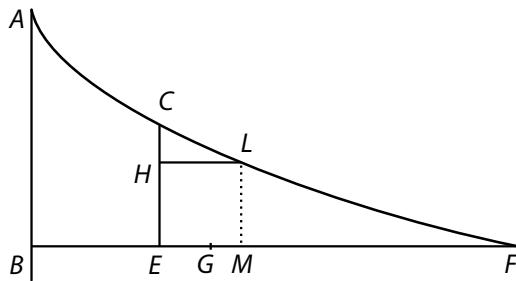
[39 r°] Ut solidum aequaliter ubique resistat, debet esse eadem ubique ratio momenti
 5 frangere tentantis ad resistantiam. Resistentia est ut quadratum *EC*, pondus est area
 [FEC] ducta in *EG* distantiam centri gravitatis ab *E*, vel quod idem est, momentum
 ipsius FEC ex EC basi, quod momentum est summa quadratorum ut *HL*. *FE* ultima
 vocetur *e*, et alia quaevis ut *FM* vocetur *x*, et *ML*, *y*. Fiet $HL^2 = \overline{e-x^2}$ et momentum
 erit ut $\int \overline{e-x^2} dy$ quod debet esse ut *yy*. Ergo $\overline{e-x^2} dy$ ut ydy seu $\overline{e-x^2} = y$. Est autem et
 10 *e = x*. Sed hinc video non licere hic substituere differentiale pro aequatione summatrice.
 Item aliter: $\int y \overline{e-x} dx$ ut *yy*. Sed eodem res reddit, nam inventa demum summa pro *e*
 substituere licet *y*. Sit ergo $y = a + bx + cxx + dx^3 + hx^4$ etc. Fiet

$$\begin{aligned} yy &= aa + 2abx + 2acx^2 + 2adx^3 + 2ahx^4 + 2afx^5 + 2agx^6 + 2alx^7 + 2amx^8 \\ &\quad + bb + 2bc + 2bd + 2bh + 2bf + 2bg + 2bh \\ &\quad + cc + 2cd + 2ch + 2cf + 2cg \\ &\quad + d^2 + 2dh + 2df \\ &\quad + hh \end{aligned}$$

$$\text{et } y \cdot \overline{e-x} = ea + ebx + ecxx + edx^3 + ehx^4 \\ - ax - bxx - cx^3 - dx^4$$

5f. resistantiam. (1) Sit *FE*, *x CE*, *y*. (2) Resistentia est ut (a) *yy* (b) quadratum *EC*, (aa) pondus
 est $\int ydx$ ductum (bb) pondus est area | *FEG ändert Hrsg.* | ducta *L* 6 ab *E*, (1) quae habetur
 autem (2) haec distantia (3) vel quod *L* 7 quadratorum (1) ipsius (2) ut *HL*. (a) Sed *F* (b) *EF*
 (c) *FE L* 8f. vocetur *x*, (1) fiet $\int \overline{e-x^2} dy$ ut (2) et *ML*, [...] ut $\int \overline{e-x^2} dy$ *L* 9f. et *e = x*.
 (1) | Ergo fit *streicht Hrsg.* | (a) *yy - 2yx + xx = ay* (b) *yy* (2) Sed hinc *L* 10f. summatrice.
 (1) Ergo aequaliter indagemus momentum quod etiam serviet, ad aequationes summatrices intractabiles
 ubi generalem ingreditur specialis removendas. Sed video nos in idem recidere (2) | Item aliter: *erg.* |
 $\int \overline{y\overline{e-x} dx}$ ut *yy* (a) ubi poste (b). Sed eodem res reddit, *L*

5 quadratum *EC*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 215.



[Fig. 1]

$$\text{et } \int y \overline{e-x} dx = eax + \frac{1}{2}ebx^2 + \frac{1}{3}ecx^3 + \frac{1}{4}edx^4 + \frac{1}{5}ehx^5. \\ -\frac{1}{2}a\cdots -\frac{1}{3}b\cdots -\frac{1}{4}c\cdots -\frac{1}{5}d\cdots$$

Et jam pro e substituendo x , fiet: $\frac{1}{2}axx + \frac{1}{6}bx^3 + \frac{1}{12}cx^4 + \frac{1}{20}dx^5 + \frac{1}{30}hx^6$ quae est ut yy .

Ergo $a = 0$, ob aa cui nil respondet. Ergo et $\frac{1}{2}axx = 0$, et $2acx^2 = 0$, et $bbxx = 0$. Ergo et $\frac{1}{6}bx^3 = 0$, quod et esse debet quia $2a \overline{d+bc} x^3 = 0$. Fit ergo ccx^4 ut $\frac{1}{12}cx^4$. Et locus ad parabolam.

5

Si caeteras omnes literas ponamus = 0, videamus tamen an et alio modo solvi problema possit, faciendo verbi gratia omnes literas = 0 praeter c et d . Et fiet $ccx^4 + 2cdx^5 + ddx^6$ ut $\frac{1}{12}cx^4 + \frac{1}{20}dx^5 + \frac{1}{30}hx^6$, seu multiplicando posteriorem formulam per $12c$ fiet $ccx^4 + 2cdx^5 + ddx^6$ ut $ccx^4 + \frac{12cd}{20}[x^5] + \frac{12ch}{30}x^6$ etc. quod fieri non potest. Et vero resolvamus aeq. generaliter, fiet $ccx^4 + \frac{12cd}{20}x^5 + \frac{12}{30}chx^6 + \frac{12cf}{42}x^7 + \frac{12cg}{56}x^8$ etc. 10
 $= c^2x^4 + 2cdx^5 + 2chx^6 + 2cfx^7 + 2cgx^8$ etc. et fit $d = 0$. Ergo et $h = 0$. Ergo et
 $+ dd + 2dh + 2df + hh$

4f. ut $\frac{1}{12}cx^4$. (1) Quod verum est. Caeterum hinc videntur infinitae aliae curvae haberi posse idem praest (2) Et locus ad parabolam. L 9 x^5 erg. Hrsg.

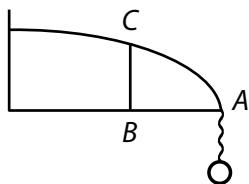
[Fig. 1]: In einer ersten, nicht wiedergegebenen Fassung des Diagramms verlief die Parabel $ACLF$ spiegelverkehrt, d.h. ähnlich wie beim Diagramm [Fig. 5] in N. 141, S. 179.

$g = 0$. Et ita credo porro in infinitum. Nec alius casus datur. Sit ergo FE , x , et EC , y . Et $y = xx : r$. Videamus an res succedat. yy est ut x^4 , area parabolae est $\frac{1}{3}yx$ seu ut x^3 . At EG est ut x seu certa pars ipsius x . Nam $\int xydx$ momentum ex vertice est ut $\int x^3dx$ seu ut $\frac{1}{4}x^4$, quod divisum per aream $\frac{1}{3}x^3$ dat $\frac{3}{4}x = FG$, ergo $EG = \frac{1}{4}x$. Ergo Area ut x^3 , ducta in EG , quae est ut x , erit ut x^4 seu ut yy .

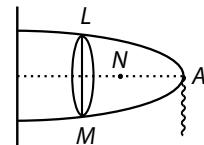
Galilaeus alio sensu corpus aequaliter resistens accipit, ut scilicet trabs corpori in extremitate appenso ubique aequaliter resistat, abstrahendo ab ipsius pondere proprio. Et hoc problema longe est facilius. Non est enim opus dimensione et centro gr. ipsius figurae. [Debent] scilicet esse AC ipsis BC^2 proportionales seu x ut y^2 . Ergo figura est parabola quod est facillimum.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Ponamus quaeri corpus rotatione genitum conforme quod ubique aequaliter resistat[;] resistantia cujusque circuli est ut circulus[,] si sc. LM ductus in LN distantiam centri gravitatis a basi, id est ut cubi diametrorum.



[Fig. 2]

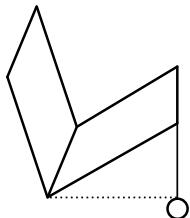


[Fig. 3, gestr.]

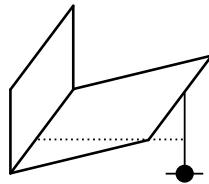
2 succedat. (1) Constat yy esse (2) yy est L 3f. $\int xydx$ (1) est ut (2) momentum ex (a) axe (b) vertice est ut $\int x^3dx$ (aa) seu ut x^4 , quod div (bb) seu ut $\frac{1}{4}x^4$, (aaa) quae (bbb) quod divisum L 4f. Area (1) ducta in (2) ut x^3 , ducta in L 6 scilicet (1) corpori (2) trabs corpori L 9 Debet L ändert Hrsg. 9 esse (1) AB ad BC^2 in eadem ratione seu (ut) (2) AC ipsis [...] ut y^2 . L 13 si sc. (1) ductus (2) LM ductus L 14-S. 217.1 diametrorum. (1) Ergo debet AN (2) Sed quid si L

1 FE , x , et EC , y : Siehe [Fig 1] auf S. 215. 6f. Galilaeus [...] proprio: Zur Gestalt des gleichmäßig widerstandsfähigen Balkens siehe G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 137–141 (GO VIII, S. 177–181). Für die Annahme, dass vom Eigengewicht des Balkens zu abstrahieren sei, siehe ebd., S. 115 (GO VIII, S. 157.13–20). Leibniz hatte sich mit Galileis Fragestellung bereits in Paris auseinandergesetzt; vgl. LSB VIII, 2 N. 22.

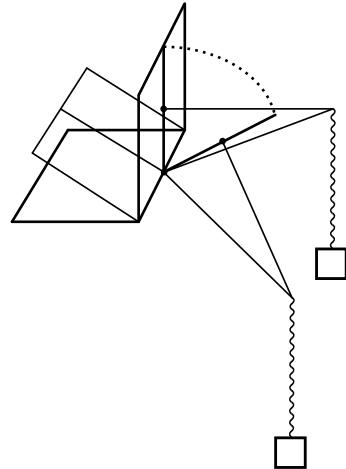
Sed quid si [*Text bricht ab.*]



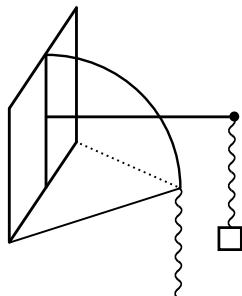
[Fig. 4]



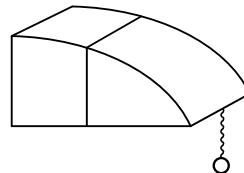
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

[Fig. 4] und [Fig. 5]: Wahrscheinlich Entwürfe zu den Diagrammen [Fig. 7] und [Fig. 10] bis [Fig. 12] in N. 14₂, S. 194f. u. 198f. [Fig. 6] und [Fig. 7]: Wahrscheinlich Entwürfe zum Diagramm [Fig. 3] in N. 14₁, S. 178.

145. DE DUABUS TABULIS PLANIS DIVELLENDIS

[März / April 1683]

Überlieferung:

- L* Konzept: LH XXXVII 3 Bl. 118. Ein Blatt 8°. Eine Seite auf Bl. 118 r°; Bl. 118 v° überliefert das Konzept *L¹* von LSB III, 3 N. 456 (Brief an E. Mariotte von März/April 1683). Am unteren Rand von Bl. 118 r° gestrichenes gegenläufiges Satzfragment von Leibnizens Hand: *cette fois vous n'en aures pas jugé l'usage nécessaire* (möglicherweise mit dem Briefkonzept auf der Rückseite zusammenhängend). Der Textabschnitt *Experientia notum [...] aere libero* (S. 218.10–20) ist von N. 142 (S. 188.15–189.8) abgeschrieben.

[118 r°]

De duabus tabulis planis in loco clauso aqua pleno divellendis

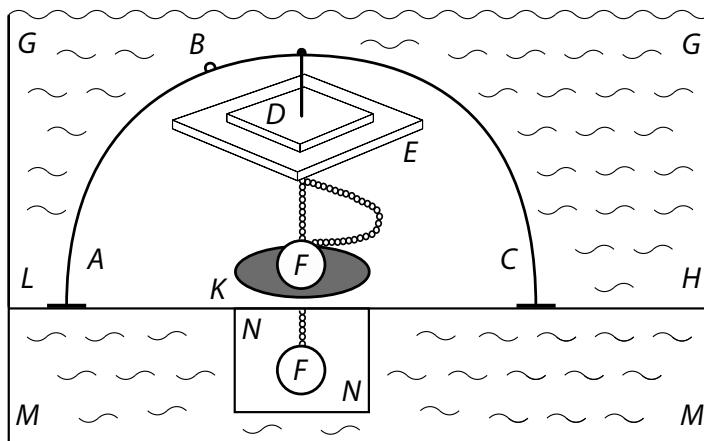
- 10 Experientia notum est duas Tabulas planas firmas ac bene politas, politisque superficiebus sibi applicatas[,] difficulter a se invicem avelli, quanquam manente earum applicatione facile una super alia incedere possit. Causa esse potest non tantum a pondere aut elastro aeris alteriusve corporis liquidi aut solidi in eas tabulas nitentis, sed etiam aliquando a sola plenitudine loci ambientis probe clausi. Ut si in vase firmissimo perfecte obturato,
 15 et aqua ita pleno, ut nec unica ejus gutta amplius immitti possit, hae duae tabulae sibi applicatae sint, tunc posito nihil nisi aquam intus esse, et aquam esse compressionis incapacem, et tabularum planitiem esse exactam, firmitatemque tabularum pariter et vasis insuperabilem[,] nulla vi tabulae poterunt divelli, interstitium enim uno momento a fluido irruente impleri, impossibile est. Nunc autem cum omnia nonnihil cedant, poterunt
 20 divelli aliqua sane vi, sed necessario longe majore quam in aere libero. Cujus experimentum capi operae pretium erit, idque fieri poterit hoc modo: Sit campana *ABC*, in qua suspensa Tabula *D*, et huic applicata inferius Tabula *E*, ex qua suspensum pondus *F* maximum[,] quod tamen sustineatur initio ne agere possit. Sit vas aqua plenum *GG*, quod

17f. firmitatemque (1) insuperabilem (2) tabularum pariter et vasis insuperabilem *L* 19f. omnia (1) sane (2) nonnihil cedant, [...] aliqua sane *L* 23–S. 219.2 plenum (1) *GH* in (a) eo collocetur (b) ejus fundo collocetur campana seu hemisphaerium *ABC*, sic ut fundo exacte respondeat, (2) fundus (3) *GGH* (4) *GG*, quod [...] campana, ita (a) ut e (b) | ut erg. Hrsg. | extremus ejus [...] fundo respondeat, *L*

10–20 Experientia [...] libero: Vgl. den nahezu gleichlautenden Abschnitt in N. 142, S. 188.15–189.8.

10 Experientia notum: Siehe etwa G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 12 (GO VIII, S. 59.13–23); P. GASSENDI, *Physica*, sectio I, lib. II, cap. IV (GOO I, S. 202a).

habeat duplitem fundum, unum *HKL*, alterum *M*, et in superiore sit foramen *K*. In fundo superiore collocetur campana, ita [ut] extremus ejus margo exakte fundo respondeat, aer autem campanae exhibet per foramen *B*, apertum, quod aere expulso exakte claudatur[,] pondus *F* a fundo *H* sustineatur, ne libere pendeat; sed mox promoveatur campana super fundo *HL*, donec pondus *F* perveniens ad foramen *K*[,] per ipsum decidens libere agere incipiat secumque tabulam *E* traens a superiori *D*, eam avellere conetur. Ita vis necessaria explorari poterit. Debet et separatio *LH* esse exacta, ne ulla sit communicatio nisi per foramen *K*. Sufficeret et tubus *N* foramini *K* respondens, ita tota contignatione inferiori non esset opus.



[Fig. 1]

4 pendeat; (1) promoveaturque (2) sed mox promoveatur *L*
(2) super fundo *HL*, donec pondus *F* *L*

4f. campana (1) donec pondus

14₆. DEMONSTRATIONES NOVAE DE RESISTENTIA SOLIDORUM
 [März / April 1683 – Ende Juni 1684]

Überlieferung:

- L¹* Konzept: LH XXXV 9, 16 Bl. 2–3. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 3 mit Gegenmarke auf Bl. 2: Papier aus dem Harz. Eine stark bearbeitete Seite auf Bl. 2 r° und zwölf Zeilen auf Bl. 2 v°, sämtlicher Text gestrichen; Bl. 2 v° und 3 r° überliefert zudem das Stück N. 14₇, das ursprünglich *L¹* fortsetzte; Bl. 3 v° ist leer. Bl. 2 r° weist am Kopf ein gestrichenes Sonnenzeichen ☉ auf. *L¹* überliefert zwei Textabschnitte von *E¹*: (I) den Anfangsteil, S. 221.4–226.2, samt den Diagrammen [*Fig. 1a*] und [*Fig. 2a*]; (II) die durch Mondsichelzeichen (☽) markierte Passage *Est enim [...] dare possum*, S. 234.1–236.5, samt den Diagrammen [*Fig. 5a*], [*Fig. 6a*] und [*Fig. 6b*]. Abschnitt (I) diente unmittelbar als Vorlage für *L²* mit Ausnahme der in *L²* nicht überlieferten Diagramme [*Fig. 1a*] und [*Fig. 2a*]. Abschnitt (II) diente unmittelbar oder mittelbar zur Abfertigung der nicht aufgefundenen Druckvorlage von *E¹*.
- L²* Konzept: LH XXXVII 3 Bl. 71–72. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 71 mit Gegenmarke auf Bl. 72: Papier aus dem Harz; geringfügiger Textverlust am unteren Rand von Bl. 72 v°. Drei Seiten auf Bl. 71 v°, 72 r° und 72 v°; Bl. 71 r° ist leer, Bl. 72 stark bearbeitet. *L²* überliefert den Text von *E¹* mit folgenden Ausnahmen: (I) Anstelle der Passage *Est enim [...] dare possum*, S. 234.1–236.5, und der zugehörigen Diagramme verweist *L²* (Bl. 72 v°, S. 234) mit Hilfe eines Sonnenzeichens ☉ auf *L¹*. (II) Die abschließende *Additio*, S. 239.10–15, und das Diagramm [*Fig. 8b*] fehlen in *L²* gänzlich. (III) Von den in *E¹* gedruckten Diagrammen [*Fig. 3c*] und [*Fig. 7c*] überliefert *L²* die abweichenden Fassungen [*Fig. 3b*] und [*Fig. 7b*]. Im Übrigen diente *L²* unmittelbar oder mittelbar zur Abfertigung der nicht aufgefundenen Druckvorlage von *E¹*.
- L³* Konzept: LH XXXV 9, 14 Bl. 3. Ein halbes Blatt 4°; Fragment eines Wasserzeichens: Papier aus dem Harz. Sieben Zeilen auf Bl. 3 v° und ein Diagramm auf Bl. 3 r°; Bl. 3 r° überliefert zudem das Stück N. 14₉, von dem *L³* eine Zusammenfassung ist. *L³* überliefert den Schlussteil von *E¹*, nämlich die *Additio*, S. 239.10–15, samt dem Diagramm [*Fig. 8a*]. *L³* diente unmittelbar oder mittelbar zur Abfertigung der nicht aufgefundenen Druckvorlage von *E¹*.
- E¹* Druck: AE, Juli 1684, S. 319–325; Abbildungen (Tab. IX) zwischen S. 318 und S. 319 (unsere Druckvorlage). Nachdruck: LAMARRA/PALAIÀ 2005, Bd. I, S. 59–66. *E¹* beruht auf einer nicht aufgefundenen Druckvorlage, die unmittelbar oder mittelbar von *L¹*, *L²* und *L³* abstammte. Als einziger Zeuge überliefert *E¹* den Text N. 14₆ in seiner Gesamtheit. Von *E¹* gibt es verschiedene, typographisch leicht abweichende Druckfassungen.
- E²* Druck (nach *E¹*): LOD III, S. 161–166; Abbildungen am Ende des Bandes, Tab. V, Fig. 21–28.
- E³* Druck (nach *E¹*): LMG VI, S. 106–112; Abbildungen auf dem ersten Faltblatt am Ende des Bandes, Fig. 1–8.
- E⁴* Druck (nach *E¹*): JACOB BERNOULLI, *Der Briefwechsel*, hrsg. von D. SPEISER und A. WEIL, Basel 1993, S. 51–57; Abbildungen im Text.
- Ü (ins Französische): G. W. LEIBNIZ, *Oeuvre concernant la physique*, hrsg. von P. PEYROUX, Paris 1985, S. 15–20; Abbildungen im Text.

[S. 319]

DEMONSTRATIONES NOVAE DE RESISTENTIA
Solidorum, autore G.G.L.

Scientia Mechanica duas videtur habere partes, unam de potentia agendi seu movendi, alteram de potentia patiendi seu resistendi, sive de corporum firmitate. Harum posterior a paucis admodum tractata est. Archimedes, qui prope solus veterum Geometram in Mechanicis egit, hanc partem non attigit. Inde ab Archimedea nihil fere actum est in Geometria Mechanica usque ad Galilaeum, qui exacto iudicio magnaue interioris Geometriae notitia instructus, pomoeria scientiae protulit primus, idemque Solidorum resistantiam ad Geometriae leges revocare coepit. Et quanquam neque hic, neque circa 10 motum projectorum rem acu tetigerit, usus hypothesibus non satis certis, ex fundamentis tamen positis recte ratiocinatus est. Sic ergo ille sentit de resistantia trabium, quae muris

5

1–3 [2 r°] De Resistentia solidorum L^1 [71 v°] Demonstrationes (1) de (2) novae (3) novae de Resistentia Solidorum L^2 [S. 319] DEMONSTRATIONES NOVAE [...] autore G.G.L. E^1 , fehlt L^3
 4–S. 239.8 Scientia Mechanica [...] unice desideratur. fehlt L^3 4 partes, L^1 partes L^2 partes, E^1
 5 resistendi, quarum L^1 resistendi sive [...] firmitate. Harum L^2 resistendi, sive [...] firmitate. Ha-
 rum E^1 6 est. Archimedes L^1 est, Archimedes L^2 est. Archimedes, E^1 6 veterum, quantum
 nobis constat, Geometram L^1 veterum Geometram L^2 7f. attigit (1). Ab (2); inde ab Archimedea
 (a) ad nostra usque tempora (b) nihil fere [...] ad Galilaeum, (aa) nam Tartalea et Cardanus (bb) qui ex-
 acto iudicio, L^1 attigit. Inde [...] exacto iudicio L^2 9f. primus, idemque resistantiam solidorum L^1
 primus idemque Solidorum resistantiam L^2 primus, idemque Solidorum resistantiam E^1 10 coepit.
 Et L^1 coepit, et L^2 coepit. Et E^1 10f. quanquam neque (1) circa projectiones corporum (2) hic,
 neque circa motum projectorum (a) | circa *verschentlich erhalten* | (b) rem L^1 11f. satis exactis;
 ex positis tamen fundamentis L^1 satis exactis, ex fundamentis tamen positis L^2 satis certis, [...] tamen
 positis E^1 12 trabium L^1 trabium, L^2

9f. Solidorum [...] revocare: Das Programm der zweiten Unterredung in G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 108ff. (GO VIII, S. 151ff.). 11 motum projectorum: Die Thematik wird von Galilei in der vierten Unterredung der *Discorsi* behandelt: a.a.O, S. 236ff. (GO VIII, S. 268ff.).

vel parietibus infiguntur. [S. 320] In figuris 1 et 2 Trabs ABC normaliter infixa sit muro vel sustentaculo DE . Sit AC aequalis ipsi AB , et in fig. 1 sit in C appensum pondus F , quod trabem horizontalem praecise avellere possit a muro erecto; et in fig. 2 pondus G , quod trabem verticaliter avellere praecise possit a sustentaculo horizontali (quorum prius vocabo transverse abrumpere, posterius directe evellere) erit secundum Galilaeum pondus F dimidium ponderis G , posito solidum esse perfecte rigidum seu nullius flexionis capax, et pondus ipsius trabis negligi, vel in pondus appensum jam computari. Nam quia AB et AC aequales, ideo pondus F in fig. 1 eandem inveniet resistentiam in puncto B , ac si perpendiculariter traheret, ut in fig. 2. Resistentia ergo puncti B in utraque figura repraesentetur per BK , itaque resistentia puncti H in fig. 2 repraesentabitur per HL , aequalem ipsi BK ; quia in fig. 2 omnium punctorum resistentia eadem. At resistentia ejusdem puncti H in fig. 1 repraesentabitur per HM

1–5 infiguntur. (1) Sit Trabs ABC in fig. 1 perpendiculariter infixa muro | verticali *erg.* | DE quam pondus F suspensum ex dicta AC (aequali cum AB) avellere possit ab AB . Et sit in fig. 2 (2) Sit trabs horizontalis cujus sectio quaelibet verticalis (3) In figuris 1 et 2, Trabs ABC normaliter infixa | sit *erg.* | muro vel sustentaculo DE , sit AC aequalis ipsi $BC[!]$, et in fig. 1 sit in C appensum pondus F (a) trabem horizontalem avellere potens (b) quod trabem horizontalem praecise (aa) | abrumpere *verschentlich erhalten* | (bb) avellere possit a muro erecto et in fig. 2 pondus G (aaa) trabem (bbb) quod trabem [...] sustentaculo horizontali; erit L^1 infiguntur. In figuris 1 et 2 Trabs [...] sustentaculo DE , sit AC aequalis ipsi $BC[!]$, et in fig. 1 sit in C [...] avellere possit (1) a sustentaculo horizontali (2) a muro erecto; et in fig. 2 pondus G quod [...] prius vocabo (a) abrumpere, posterius (b) transverse abrumpere posterius directe evellere) erit L^2 infiguntur. [S. 320] In [...] evellere) erit E^1 6–8 positio (1) enim (2) solidum esse [...] nullius flexionis (a) capax, pondus F eodem momento avellet punctum B et punctum | quodcumque *erg.* | inter A et B assumptum (aa) ut dicitu (bb) H (cc) ut H . (b) capax, et pondus ipsius trabis negligi. Nam L^1 posito solidum esse perfecte rigidum nullius flexionis [...] trabis negligi | vel in [...] jam computari *erg.* | . Nam L^2 posito solidum [...] computari. Nam E^1 8f. AC aequales, (1) pondera F et G (2) pondus F eodem modo (a) agent (b) aget in resistentiam (aa) B ac (bb) puncti B ac si (aaa) appensum esset (bbb) perpendiculariter traheret ut in fig. 2, resistentia L^1 AC | aequales *erg.* | , ideo pondus F (1) eodem modo aget (2) eandem in (3) in fig. 1 eandem inveniet resistentiam (a) puncti B (b) in (aa) B ac (bb) puncto B ac si perpendiculariter traheret, ut in fig. 2. resistentia L^2 AC aequales [...] fig. 2. Resistentia E^1 10 puncti B tam in fig. 1 quam 2 (1) erit (2) repraesentetur per BK , (a) resi (b) at (c) resistentia L^1 puncti B [...] per BK , (1) resistenti (2) itaque resistentia L^2 10f. H in figura 2 L^1 H in fig. 2 L^2 11 HL L^1 u. L^2 HL , E^1 11 BK L^1 u. L^2 BK ; E^1 11 in fig. 2 L^1 u. L^2 in fig. 2 E^1 12 eadem , at L^1 eadem. At L^2 12 fig. 1 L^1 u. L^2 fig. 1 E^1

¹ figuris 1 et 2: Siehe die Diagramme [Fig. 1b] und [Fig. 2b] auf S. 224. Die Teilkonzepte L^1 und L^2 beziehen sich auf die Diagramme [Fig. 1a] und [Fig. 2a], ebd. ⁶ secundum Galilaeum: Siehe *Discorsi*, S. 114f. (GO VIII, S. 156f.).

ordinatim applicatam trianguli ABK , quia est ad resistantiam ipsius B , ut AH ad AB , ex natura vectis. Idemque, quod in puncto H fecimus, faciendo in puncto alio inter A et B quocunque, complebitur pro repraesentanda resistantia in fig. 2 quadratum BC , et pro resistantia in fig. 1 triangulum ABK , illius quadrati dimidium. Itaque pondus F si ponatur huic resistantiae in fig. 1 praecise par, ita ut quantulocunque pondere adjecto eam vincat, etiam ponderis G (illi resistantiae in fig. 2 praecise paris) dimidium erit. Seu potentia abrumpendi transverse erit dimidia (ostendemus mox revera non esse dimidiā, sed tertiam partem) potentiae evellendi directe. Unde jam multae conclusiones practicae deduci possunt.

1 ordinatim *fehlt* L^1 , erg. L^2 1 ABK L^1 u. L^2 ABK , E^1 1 ipsius B L^1 u. L^2 ipsius B , E^1 1f. AB . Idemque L^1 AB ex natura vectis, idemque, L^2 AB , ex natura vectis. Idemque, E^1 2 faciendo in alio puncto L^1 faciendo in puncto alio L^2 3 complebitur (1) pro (2) pro repraesentanda L^1 3 fig. 2 L^1 fig. 2 L^2 3 BC , L^1 BC L^2 BC , E^1 4 in fig. 1 L^1 in fig. 1 L^2 4–S. 224.1 ABK , quadrati illius dimidium, ergo (1) | et *vergehentlich erhalten* | resistantiae huic illius (2) et pondus F huic resistantiae par ponderis G illi paris dimidium erit. Hinc multa concludit theorematia elegantia; (a) inter alia hoc (b) ex quibus illud eminet, quod trabs ABC in fig. 3 secta secundum parabolam et e muro erecto DE projecta | sive procurrens erg. | horizontaliter, ubique aequaliter resistit | ponderi ipsius trabis erg. | ; seu nulla est ratio cur potius frangatur in FG quam BA . (D) [Hier folgt der Textabschnitt Est enim ... dare possum (S. 234.1–236.5).] (D) Has aliasque L^1 ABK quadrati illius dimidium, ergo et pondus F si ponatur huic resistantiae | transversae gestr. | fig. 1 erg. | praecise par (1) | ita erg. | ut quantulocunque [...] eam vincat; (2) ita ut [...] eam vincat; etiam ponderis G illi resistantiae | fig. 2 erg. | praecise paris dimidium erit. Seu (a) vis (b) potentia (aa) abrumpendi transverse erit secundum Galilaeum (aaa) p (bbb) dimidia (bb) quae (cc) abrumpendi transverse erit dimidia potentiae (aaa) abrump (bbb) evellendi directe. (aaaa) Ex quo | jam gestr. | fundamento multa Galilaeus (bbbb) Ex quo fundamento (aaaaa) multae conclusiones (bbbb) multa deduci possunt (cccc) Unde jam | quo admissos gestr. | multae (aaaaa) jam (bbbb) conclusiones practicae deduci possunt. (aaaaa-a) Sed (bbbb-b) Has (aaaaa-aa) aliamque (bbbb-bb) | autem erg. | aliasque L^2 ABK , illius [...] autem aliquasque E^1

4–S. 224.1 ABK [...] Has: Die in der Variante (2) von L^1 erwähnte fig. 3 ist das Diagramm [Fig. 5a] auf S. 232. In der Variante spielt Leibniz auf GALILEI, *Discorsi*, S. 137–141 (GO VIII, S. 177–181) an.
7 mox: S. 226.3–230.4.

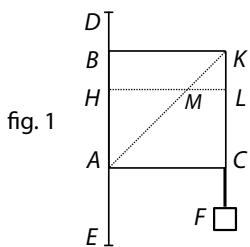


fig. 1

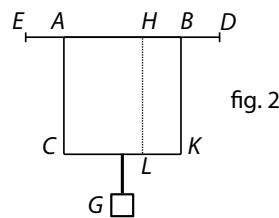
[Fig. 1a, gestr.; L¹ (Bl. 2 r^o)]

fig. 2

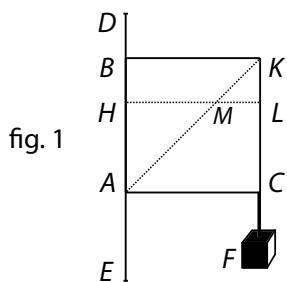
[Fig. 2a, gestr.; L¹ (Bl. 2 r^o)]

fig. 1

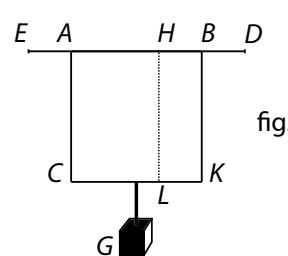
[Fig. 1b; E¹]

fig. 2

[Fig. 2b; E¹]

Has autem aliasque id genus Galilaei sententias Paulus Wurzius, summis militiae honoribus rebusque gestis non ita pridem clarus, idemque horum studiorum valde intelligens, experimentis compluribus sumtis examinare olim aggressus est, successu quibusdam conclusionibus parum respondente: quemadmodum habeo a [Cl.] Blondello in his aliisque

1 Galilaei conclusiones L¹ Galilaei sententias L²
 1f. Paulus (1) Wurzius (2) Würzius (a) non
 (aa) idem (bb) sum (cc) ita pridem (b) summis militiae muneribus rebusque gestis | non ita pridem erg. |
 clarus, idemque L¹ Paulus Würzius [...] clarus, idemque L² Paulus Würzius, [...] clarus, idemque E¹
 2f. intelligens L¹ u. L² intelligens, E¹ 3 olim erg. L¹ 3 successu | tamen gestr. | quibusdam L¹ 4 respondente, L¹ respondente L² respondente : E¹ 4-S. 225.1 habeo (1) ab Exim
 (2) a (a) B (b) Cl. Blondello in his (aa) rebus (bb) aliisque studiis eximio Delphini nuper L¹ habeo a
 Cl. [...] studiis eximio, (1) Delphini nuper (2) Serenissimi Delphini nuper L² habeo a | CL. ändert Hrsg.
 nach L¹ u. L² | Blondello [...] Delphini nuper E¹

1f. Paulus (1) Wurzius (2) Würzius (a) non
 (aa) idem (bb) sum (cc) ita pridem (b) summis militiae muneribus rebusque gestis | non ita pridem erg. |

[Fig. 1a] bis [Fig. 2b]: Kein entsprechendes Diagramm ist in L² überliefert. 1-S. 225.2 Has [...] fuit:
 Siehe F. BLONDEL, *Epistola ad P. W.*, Paris 1661 (abgedruckt in DERS., *Résolution des quatre principaux
 problèmes d'architecture*, Paris 1673, S. 61–69).

studiis eximio, Serenissimi Delphini nuper in Mathematicis Magistro, et Academiae Architectonicae directore, qui idem argumentum excoluit, et Wurzio familiaris fuit; sed et Cl. Mariottus ex Academia Regia, de rebus opticis et mechanicis praeclare meritus, experimentis factis comperit, pondus F multo minus, quam voluit Galilaeus, ad abrumpendam trabem sufficere. Cujus causa nulla alia esse [S. 321] potest, quam quod is trabem consideravit ut perfecte rigidam, quae uno momento tota abrumpatur, ubi resistantia ejus superata est, cum tamen omnia corpora, quae nobis tractare datum est, nonnihil cedant, antequam divelli possint. Unde Cl. Mariottus hoc observans ingenioso calculo collegit, pondus F esse circiter quartam partem ponderis G . Sed cum inde data mihi esset occasio rem considerandi profundius, et ad leges Geometrarum exigendi, veras tandem proportiones erui, demonstravique inter alia pondus F fore tertiam partem

5

1 Magistro , L^1 Magistro L^2 Magistro , E^1 1f. Architectonicae | Parisinae *gestr.* | directore | qui (1) in eodem argumento (2) idem argumentum excoluit et Wurzio familiaris | olim *gestr.* | fuit *erg.* | . Sed L^1 Architectonicae Directore, [...] fuit. Sed L^2 Architectonicae directore, [...] fuit; sed E^1 3 Regia | de rebus [...] praeclare meritus *erg.* | L^1 Regia de rebus Opticis et Mechanicis praeclare meritus L^2 Regia , de [...] praeclare meritus, E^1 4f. comperit pondus F in fig. 1 multo minus (1) esse (2) quam voluit Galilaeus ad abrumpendam trabem sufficere. L^1 comperit pondus F in fig. 1 multo minus quam voluit Galilaeus ad abrumpendam trabem sufficere. L^2 comperit , pondus [...] trabem sufficere. E^1 5 quod Galilaeus L^1 quod is L^2 7 superata est . Cum L^1 superata est , cum L^2 7 corpora L^1 u. L^2 corpora , E^1 7f. datum est antequam frangantur aut rumpantur, prius flectantur aut extendantur. [2 v°] L^1 datum est nonnihil cedant antequam divelli possint. L^2 datum est, [...] divelli possint. E^1 8 hoc observans fehlt L^1 u. L^2 8f. calculo conjecit; L^1 calculo collegit, L^2 9 pondus F in fig. 1 debere esse L^1 pondus F | in fig. 1 debere *gestr.* | esse L^2 9f. ponderis G in fig. 2. Quae cum mihi occasionem dedissent L^1 ponderis G | in fig. 2 *gestr.* | . Sed cum inde mihi data esset occasio L^2 ponderis G [...] esset occasio E^1 10 ad *erg.* L^1 11 erui , L^1 erui L^2 erui , E^1 11 pondus F | exakte *gestr.* | fore L^1

1 Delphini: Louis de France (1661–1711), Ludwigs XIV. ältester Sohn und Frankreichs damaliger Thronfolger. 3–9 Mariottus [...] ponderis G : Mariotte hatte seine Kritik an Galileis Berechnung des Verhältnisses zwischen Bruch- und Zugfestigkeit mehrmals an Leibniz mitgeteilt, etwa in seinen Briefen vom 28. April 1678 und 20. Juli 1682 sowie in seiner *Dissertation sur la résistance des solides*, Beilage zum Brief vom 25. Januar 1683; vgl. *LSB* III, 2 N. 163, S. 455f.; III, 3 N. 376, S. 670f.; III, 3 N. 437, S. 772–776 (letzterer Text entspricht mit Anpassungen *MO* II, S. 461–465). Siehe oben, S. 169.1–170.4. 9–11 cum [...] erui: Anspielung auf die umfangreiche Untersuchung über die Festigkeit der Balken, die Leibniz ab Ende Juli/Anfang August 1682 in Anlehnung an den Briefwechsel mit Mariotte durchgeführt hat. Hieraus sind ab Ende Januar 1683 die Texte N. 14₁ bis 14₉ entstanden. Siehe für weitere Details oben, S. 170.5 ff.

ponderis G et proinde firmitatem corporum rupturae resistentium in sesquialtera proportione minorem esse, quam voluit Galilaeus.

Quod ut intelligatur, ante omnia sciendum est, corpora duo cohaerentia non statim uno momento a se invicem tota divelli; quod judicari potest exemplo baculi qui flectitur 5 antequam frangatur, et exemplo chordae quae extenditur, antequam rumpatur; et ipsa flexio baculi est quaedam extensio in convexa ejus superficie. Nihilque tam rigidum esse, quin levi etiam impulsu flectatur nonnihil, ex natura soni sequitur, qui tremor est quidam, sive flexio reciprocata partium corporis sonantis, licet eo promptior atque insensibilior sit restitutio acutiorque sonus, quo partes tremulae sunt breviores et magis tensae, corpusque 10 durius constituunt. Vitrum ipsum flexible esse probant filaments ejus longa et tenuia; quomodo vitrum satis crassum frigore contrahatur, experimenta Florentina ostendunt.

1–3 ponderis G , (1) et quod palmarium est in hoc argumento, | inveni *erg.* | loco trabis parabolicæ | *BACFB erg.* | in fig. 3 quam Galilaeus (a) aequaliter resistere voluit (b) attulit, (aa) *BF* (bb) revera (cc) trabem (dd) revera trabem secari debere secundum lineam rectam | *BC erg.* | sive trabem triangularem *BAC* aequaliter ubique ponderi suo resistere | et, si prope murum non frangatur nuspian fractum iri, in quantamcunque demum longitudinem procurrat *erg.* | , et proinde si a trabe parallelepipeda *AD* dimidium resecetur, eam hoc situ duplo quam antea firmiorem fore. Nititur autem haec ratiocinatio mea Hypothesi sequenti: (2) et proinde [...] minorem esse, quam visum est Galilaeo. L^1 ponderis G , et proinde [...] minorem esse quam voluit Galilaeus. Quod ita ostendemus. [72 r^o] Quod L^2 ponderis G [...] Galilaeus. Quod E^1 3–S. 234.1 Quod ut [...] esse Parabolicam. *fehlt* L^1 3 intelligatur L^2 intelligatur, E^1 3f. sciendum | est *erg.* | corpora duo | cohaerentia *erg.* | non statim a se invicem uno momento tota divelli, (1) patet (2) intelligi potest (3) quod (a) intelligi potest (b) judicari potest L^2 sciendum est, [...] judicari potest E^1 4 baculi, L^2 baculi E^1 5 extenditur L^2 extenditur, E^1 5 rumpatur, L^2 rumpatur; E^1 6 esse L^2 esse, E^1 7 quidam L^2 quidam, E^1 8 reciprocata (1) corporis sonantis (2) partium corporis sonantis L^2 reciprocata partium corporis sonantis, E^1 8–10 licet eo promptior | atque insensibilior *erg.* | sit restitutio acutiorque sonus, quo (1) corpus est (2) partes tremulae sunt (a) rigidiore et (b) breviores et [...] durius constituunt. *erg.* L^2 10 esse (1) ostendunt tenuia (2) probant ejus filaments (a) dur (b) longa et tenuia; L^2 esse probant [...] et tenuia; E^1 11 vitrum satis crassum *erg.* L^2 11 contrahatur L^2 contrahatur, E^1

1f. ponderis G [...] Galilaeus: Die in der Variante (1) von L^1 erwähnte *fig. 3* ist das Diagramm [*Fig. 5a*] auf S. 232. 2 Galilaeus: Hieran schließt sich in L^1 (Bl. 2 v^o) der Entwurf N. 147 an. 6–8 Nihilque [...] sonantis: Siehe die Ausführungen über die Entstehung und Übertragung des Schalls in N. 121 bis N. 123. 8–10 licet [...] constituunt: Siehe hierüber N. 123, S. 128.13–129.4. 11 quomodo [...] ostendunt: Siehe L. MAGALOTTI, *Saggi di naturali esperienze*, Florenz 1666, S. 186: „Terza esperienza circa un effetto del caldo e del freddo“. Zu diesem Versuch über die Dehnung und Zusammenziehung eines Gefäßes aus Kristall finden sich in *LSB VIII*, 1 N. 37 keine Auszüge von Leibniz. Siehe jedoch seine Bemerkung (ebd. S. 283.7–8) zu einem ähnlichen Versuch der Accademia del Cimento.

Partes quidem plantarum et animalium quodammodo textiles esse, et ex filamentis varie implicatis constare, sensu ipso docemur. Mineralia quoque et metalla cum fluida essent, postea congelata sunt, et eadem nunc quoque habere tenacitatem et in fila duci, malleoqe extendi, atque in fusione adhaerescere patet. Considereremus ergo velut fibras quasdam quae partes corporum connectant, et intelligamus trabem *BC* parieti vel sustentaculo *DE* plurimis fibrarum plexibus alligari in punctis *A*, *H*, *B*, et aliis intermediis innumeris. Appenso jam pondere *F*, movebitur nonnihil trabs circa fulcrum *A*, in fig. 3, et punctum trabis *B* a pariete discedens a puncto parietis *1B*, veniet ad punctum a pariete distans *2B*, secumque trahens fibram qua parieti annexitur, eam tendet instar chordae, sive ultra naturalem suum statum extendet in lineam *1B2B*: eodemque modo punctum *H* fibram 10 suam tendet in *1H2H*, quae lineae licet revera sint insensibiles, tamen docendi causa visibiliter exhibentur, [S. 322] et quidem [fibra] *1H2H* minus resistet trahenti, quam fibra *1B2B*, idque in duplicitate ratione distantiae ab *A*, seu ex dupli capite a distantia sumto. Nam primo pondus in *C*, quo opus esset ad tendendam fibram *1H2H* tantundem, quan-

5

1 esse L^2 esse , E^1 2 constare L^2 constare , E^1 2 ipso (1) constat. (2) docemur. L^2
 2 essent L^2 essent , E^1 3f. sunt ; (1) fluida autem habere tenacitatem et (a) in (b) quodammodo
 in fila duci, ignit (2) et eadem | nunc quoque erg. | cum igne valido fluunt, (3) et eadem [...] fila duci
 (a) patet, cum valido igne fluunt. (b) malleoqe extendi et in fusione (aa) tenacitatem (bb) adhaerescere
 patet. L^2 sunt , et [...] adhaerescere patet. E^1 4f. velut (1) chordas (2) fibras (3) fibras quasdam
 (a) connectentes, (b) {- quae} partes corporis (c) quae partes corporum connectant, | eo in loco ubi
 fieri debet ruptura, gestr. | et L^2 5 intelligamus | ergo gestr. | in fig. 1 trabem L^2 intelligamus
 trabem E^1 5f. *BC* (1) muro *DE* a (2) parieti vel sustentaculo *DE* L^2 6 plurimis (1) nodis
 (2) nodis | seu erg. | (3) fibrarum plexibus L^2 7 pondere *F* L^2 pondere *F*, E^1 7 in fig. 3,
 fehlt L^2 8f. trabis *B* (1) ex loco parietis *1B* descendet (a) in (b) ad *2B*, (2) a pariete [...] distans
2B, L^2 9f. secumque (1) extendet chordam in *1B2B* (2) trahens fibram qua (a) parieti (b) in *B* pari
 (c) parieti annexitur, (aa) et (bb) eam tendet, sive ultra [...] statum extendet (aaa) ex *1B* (bbb) in lineam
1B2B. Eodemque L^2 secumque trahens [...] *1B2B*: eodemque E^1 10f. punctum *H* | translatum
 ex *1H* gestr. | (1) chordam (2) fibram suam L^2 11f. *1H2H* : | quae lineae [...] causa visibiliter
 (1) repraesentantur (2) exhibentur erg. | L^2 *1H2H* , quae [...] visibiliter exhibentur, E^1 12 quidem
 (1) chorda (2) fibra L^2 quidem | fibris ändert Hrsg. nach L^2 u. N. 14₁₀, S. 259.11 | E^1 12 minus
 (1) | trahenti erg. | resistet quam (2) resistet trahenti quam (a) chorda (b) fibra L^2 minus resistet trahenti,
 quam fibra E^1 13 idque erg. L^2 13 seu ex [...] distantia sumto erg. L^2 14-S. 228.1 primo
 (1) etsi chordae *1B2B*, et *1H2H* eodem modo essent tendendae pondere appenso in *C*, tamen pondere
 (2) pondus (a) *C* q (b) in *C* quo opus esset ad tendendam (aa) chordam (bb) fibram *1H2H* tantundem
 quantum (aaa) chordam (bbb) fibram *1B2B*, L^2 primo pondus [...] fibram *1B2B*, E^1

5 intelligamus trabem: Die in L^2 erwähnte fig. 1 ist offenbar das Diagramm [Fig. 3b] auf S. 230.

7 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3c] auf S. 230. 12 [fibra]: Siehe die Liste der Korrigenda in N. 14₁₀, S. 259.11. Diese Verbesserung ist auch in LSB III, 4 N. 72, S. 181.26–27 als erwünscht vermerkt.

quantum fibram $1B_2B$, foret minus pondere requisito ad tendendam fibram $1B_2B$, in ratione AH ad AB : verbi gratia si AH sit tertia pars ipsius AB , tunc et pondus in C , quod solam fibram $1H_2H$ ita extendere potest, ut fiat aequalis ipsi $1B_2B$, erit tertia pars ponderis tendentis solam fibram $1B_2B$. Verum nunc secundo cum ambae simul 5 tenduntur a pondere appenso in C , utique fibra $1H_2H$ non est tantum tensa quantum fibra $1B_2B$, sed multo minus, idque rursus in ratione AH ad AB , nam si AH sit tertia pars ipsius AB , erit $1H_2H$ tertia pars ipsius $1B_2B$. Itaque (ex hypothesi alibi confirmata, quod extensiones sint viribus tendentibus proportionales) ad eam ita tendendam tertia tantum ponderis parte opus erit, qua ad eam, tantundem quantum $1B_2B$, tendendam opus fuisse; 10 id est tertia parte tertiae partis ponderis ipsam $1B_2B$ tendentis seu parte ejus nona. Itaque generaliter in hac simultanea tensione omnium fibrarum ad quaevis puncta existentium, resistentiae in quolibet punto erunt in duplicata ratione distantiarum a fulcro imo, seu centro vel axe librationis, sumtarum; id est restitentia in H erit ad resistentiam in B ,

1 tendendam (1) chordam (2) fibram L^2 2 ad AB , (1) seu (2) verbi gratia L^2 ad AB : verbi gratia E^1 2–4 ipsius AB , (1) opus erit tantum tertia ponderis parte, (a) ad (b) in C , ad efficiendum, ut chorda $1H_2H$ | sola erg. | extendatur, quantum chorda (2) etiam (3) tunc et pondus in C quod solam (a) chordam (b) fibram $1H_2H$ (aa) extendere potest tantundem qua (bb) ita extendere potest (aaa) ut $1H_2H$ sit (bbb) ut (ccc) ut fiat aequalis ipsi | chordae erg. u. gestr. | $1B_2B$, erit [...] tendentis solam (aaaa) chordam (bbbb) fibram $1B_2B$. L^2 ipsius AB , [...] fibram $1B_2B$. E^1 4f. nunc | secundo cum ambae simul tenduntur erg. | (1) chorda (2) fibra $1H_2H$ L^2 nunc secundo [...] fibra $1H_2H$ E^1 5f. quantum (1) chorda (2) fibra L^2 6 $1B_2B$, (1) sed est tantum ten (2) sed minus tensa, (a) in ratione (b) idque rursus in ratione L^2 $1B_2B$, sed [...] in ratione E^1 7f. (ex hypothesi alibi | demonstrata et experimentis gestr. | confirmata, quod [...] tendentibus proportionales) erg. L^2 8f. tantum parte | ponderis erg. | L^2 tantum ponderis parte E^1 9f. qua (1) opus erat ad tendendam ad (2) ad $1H_2H$ tantundem tendendam | quantum $1B_2B$ erg. | opus fuisse, (a) haec autem erat (b) id est L^2 qua ad [...] id est E^1 10 partis ipsius ponderis | ipsam erg. | $1B_2B$ tendentis, L^2 partis ponderis ipsam $1B_2B$ tendentis E^1 10–13 nona , itaque (1) resist (2) generaliter in [...] tensione omnium (a) chordarum omnium punctorum (aa) ut B et (bb) H et B , (b) fibrarum ad (aa) omnia (bb) quaevis puncta existentium, (aaa) resistentia in H erit ad resistentiam in B , (bbb) resistentiae (aaaa) erunt (bbbb) in quolibet [...] duplicata ratione (aaaaa) ipsius distantiae AH ad distantiam (bbbb) distantiarum sumtarum a fulcro imo, (aaaaa-a) seu resistentia in (bbbb-b) seu centro vel axe librationis; (aaaaa-aa) sive (bbbb-bb) id est L^2 nona . Itaque [...] id est E^1

7f. ex hypothesi [...] proportionales: Anspielung auf den Text N. 147, der ursprünglich das Teilkonzept N. 146, L^1 fortsetzte und von Leibniz in *Demonstratio quod extensiones Elasticorum sint viribus tendentibus proportionales* umbenannt wurde.

ut quadratum ipsius AH ad quadratum ipsius AB . Itaque si jam pondus F in fig. 3 sit corpus parabolicum $NRSQN$, libere suspensum ex C , in quo altitudo NR sit aequalis basi RS (uti AB aequalis est ipsi AC) et sint ordinatim applicatae quadratis altitudinum proportionales, seu PQ ad RS , ut quadratum NP ad quadratum NR : tunc posito basin RS reprezentare resistantiam in B , ordinata PQ reprezentabit resistantiam in H ; si scilicet altitudines NP , NR , sint altitudinibus respondentibus AH , AB , proportionales; totum vero trilineum parabolicum concavum $NRSQN$ reprezentabit resistantiam totius lineae AB ; si scilicet trabs ABC transversim seu per modum vectis a pondere appenso F deprimatur. At quadratum $RNTS$ huic trilineo parabolico circumscripsum, reprezentaret resistantiam ejusdem lineae AB directam, si scilicet trabs directe ex pariete esset 10 evellenda, ut in fig. 2. Nam quia AB et AC aequales, resistantia puncti B transversa eadem erit quae directa, nempe reprezentata per RS in fig. 3: jam si directe evellatur trabs (ut in fig. 2) resistantia omnium punctorum eadem est, ergo resistantia [S. 323] 5

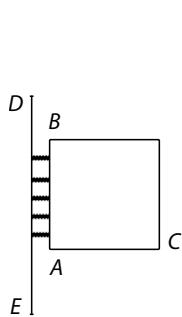
1 ut quadratum | ipsius fehlt | L^2 1 ad quadratum | ipsius fehlt | L^2 1–3 AB . (1) Et si loco (2) Itaque (a) si loco ponderis F (aa) appendamus in C pondus (bb) libere suspendamus ex C pondus (b) si jam pondus F (aa) transformetur in (bb) sit corpus parabolicum $NRSQN$ (aaa) ita ut NR sit aequalis ipsi | altitudini erg. | RS uti AB aequalis est ipsi AC (bbb) basis RS (ccc) libere suspensum ex C [...] basi RS , (aaaa) uti CA (bbbb) (uti AB [...] ipsi AC) $L^2 AB$. Itaque [...] ipsi AC) E^1 3f. et (1) sit ordinata pq a (2) sint ordinatim applicatae (a) pq (b) PQ in (c) quadratis altitudinum [...] ad RS , L^2 4 ut | quadratum erg. | NP ad | quadratum erg. | (1) RS (2) NR L^2 ut quadratum [...] quadratum NR : E^1 4 basin erg. L^2 5 reprezentare resistantiam | chordae gestr. | in B , L^2 5–9 reprezentabit resistantiam (1) ut H , si AH et NP sint aequales (2) | in H erg. | si scilicet altitudines NP , NR sint [...] AH , AB proportionales; (a) et (b) totum vero (aa) trilineum N (bb) trilineum parabolicum | concavum $NRSQN$ erg. | (aaa) resistantiam (bbb) reprezentabit resistantiam totius lineae AB (aaaa) transversim seu secundum latitudinem pondere depre (bbbb) si trabs ABC transversim (aaaaa) per (bbbb) seu per modum vectis (aaaaa-a) depri (bbbb-b) a pondere | appenso F erg. | deprimatur at (aaaaa-aa) rectangulum (bbbb-bb) quadratum huic L^2 reprezentabit resistantiam in [...] $RNTS$ huic E^1 9f. circumscripsum (1) reprezentabit (2) reprezentaret L^2 circumscripsum, reprezentaret E^1 10 directam erg. L^2 10 scilicet erg. L^2 10 pariete (1) erit (2) es- set L^2 11f. fig. 2 (1) ibi enim puncta omnia aequaliter resistant, et ut resi (2) nam (a) si (b) quia AB [...] puncti B | transversa erg. | eadem erit | quae directa, erg. | nempe L^2 fig. 2. Nam [...] directa, nempe E^1 12f. RS , et si (1) recta (2) directe evellatur (a) (–)si (b) trabs | ut in fig. 2 erg. | L^2 RS in [...] in fig. 2) E^1 13–S. 230.1 ergo puncti H resistantia | directa erit erg. | PV , (1) si P respondeat ipsi H , (2) aequalis ipsi RS , L^2 ergo resistantia [...] ipsi RS : E^1

1 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3c] auf S. 230.

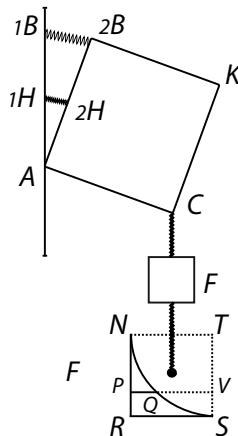
11 fig. 2: Das Diagramm [Fig. 2b] auf S. 224.

directa puncti H erit PV , aequalis ipsi RS : et ita procedendo in reliquis complebitur quadratum RT , quod cum sit triplum trilinei parabolici concavi inscripti, nempe $NRSQN$, ideoque erit et rectae alicujus lineae (ut AB) resistentia directa resistentiae transversae tripla. Quod demonstrandum erat.

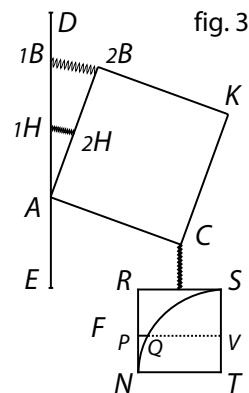
- 5 Hinc porro quantacunque sit longitudo trabis, aut ponderis appensi distantia a pariete (quam hactenus sumsimus altitudini trabis aequalem,) facile determinari poterit pondus ad abrumpendam trabem sufficiens: ut si pondus G trabem directe evellere possit in fig. 4, erit quidem pondus F tertia pars ipsius G (modo sit AC aequalis AB ;) si vero



[Fig. 3a, gestr.;
 L^2 (Bl. 72 r°)]



[Fig. 3b; L^2 (Bl. 72 r°)]

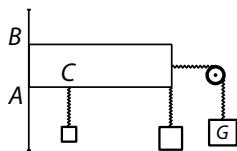
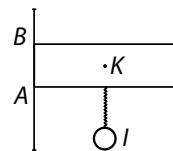
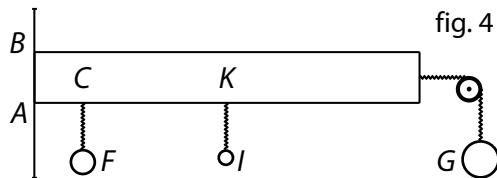


[Fig. 3c; E^1]

1–4 ita (1) complebitur quadratum (2) procedendo in [...] quadratum RT . (a) Unde pondus quod trabem evellere potest directe, erit (aa) ad pondus (bb) triplum ponderis quod eam (aaa) evellere (bbb) evellere (ccc) abrumpere potest per modum vectis, ut quadratum RT ad trilineum parabolicum concavum inscriptum $NRSQN$, id est (aaaa) ut 3 ad 1 (bbbb) (ex nota parabolae quadratura) ut 3 ad 1 (b) Quod cum [...] parabolici concavi $NRSQN$ ideoque erit et (aa) resistentia | lineae erg. | directa (bb) lineae alicuius (cc) rectae alicuius lineae resistentia directa resistentiae (aaa) directae (bbb) transversae tripla. Quod demonstrandum erat. [72 v°] L^2 ita procedendo [...] demonstrandum erat. E^1 6 (quam hactenus sumseramus tantum altitudini trabis aequalem) erg. L^2 (quam hactenus [...] trabis aequalem,) E^1 7 sufficiens, L^2 sufficiens: E^1 7f. possit (1) sufficiet quidem ejus tertia pars F app (2) in fig. 4, erit | quidem erg. | pondus F tertia pars ipsius G | modo sit AC aequalis AB erg. | . Si L^2 possit in [...] AB ; si E^1

8 fig. 4: Das Diagramm [Fig. 4c] auf S. 231.
Diagramm in L^1 überliefert.

[Fig. 3a] bis [Fig. 3c]: Kein entsprechendes

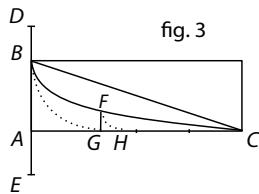
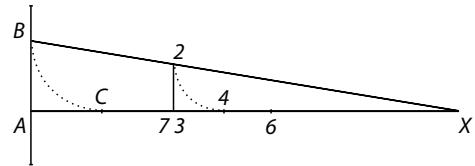
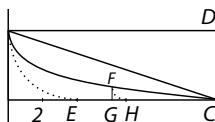
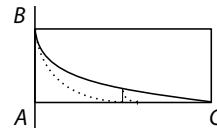
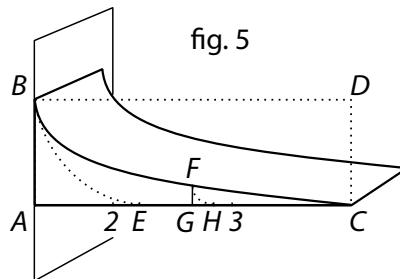
[Fig. 4a, gestr.; L² (Bl. 72 v^o)][Fig. 4b, gestr.; L² (Bl. 72 v^o)][Fig. 4c; L² (Bl. 72 v^o) u. E¹]

pondus I appendatur ex K , sitque AK quadrupla ipsius AB vel AC , erit pondus I quarta pars ipsius F , et duodecima ipsius G . Generaliter ergo pondus trabem parallelepipedam directe evellens, erit ad pondus abrumpens transverse seu per modum vectis, ut longitudo vectis est ad tertiam partem crassitiae trabis. Consideravimus autem hactenus ipsam trabem ut pondere parentem, quod si pondus ipsius trabis in rationes venire debeat, perinde erit ac si pondus I trabi aequale suspensum esset ex K , centro gravitatis ipsius trabis. Fieri etiam poterit, ut trabs pondere suo frangatur in loco aliquo, ut G in figura 5, inter parietem AB et extremitatem trabis C , quando scilicet gravitatio portionis $FGCF$, libratae ex puncto quietis G , majorem habet rationem ad resistentiam in FG ,

5

1 AB vel erg. L^2 2 $F L^2 F, E^1$ 2–4 ergo (1) erit pondus I ad pondus G in composita ratione ex 3 ad 1 et AK ad AB seu (2) pondus (a) recta (b) trabem (aa) directe (bb) parallelepipedam directe evellens ad pondus abrumpens | transverse seu erg. | per modum vectis erit ut (aaa) tripla (bbb) longitudo vectis (aaaa) ad (bbbb) est ad tertiam partem crassitiae trabis. L^2 ergo pondus [...] crassitiae trabis. E^1 5 parentem ; quodsi L^2 parentem , quod si E^1 6 $K L^2 K, E^1$ 7f. aliquo , (1) medio ut 2. 3. (2) ut G in fig. 5 L^2 aliquo , ut G in figura 5, E^1 8 inter murum (1) AB (2) $AB L^2$ inter parietem $AB E^1$ 8 extremitatem (1) X (2) trabis C, L^2 8-S. 232.1 portionis (1) 2.3.X ad resistentiam (2) $FGCF$ libratae ex (a) centro $\langle F \rangle$ (b) puncto quietis G majorem habet rationem ad (aa) resistentiam in (bb) gravitationem totius BAX , (aaa) quam resistentiam ex centro A , (bbb) quam resistentiam in (aaaa) 2. (bbbb) 3.2 (cccc) FG (cc) resistentiam in [...] puncto quietis A , ad resistentiam in AB . L^2 portionis $FGCF$, [...] BAC ex puncto quietis | AD ändert Hrsg. nach L^2 u. E^3 | , ad resistentiam in AB . E^1

[Fig. 4a] bis [Fig. 4c]: Kein entsprechendes Diagramm in L^1 überliefert. 7f. figura 5: Das Diagramm [Fig. 5e] auf S. 232. Ursprünglich bezog sich L^2 jedoch auf das Diagramm [Fig. 5b] ebd.

[Fig. 5a, gestr.; L^1 (Bl. 1 r°)][Fig. 5b, gestr.; L^2 (Bl. 72 v°)][Fig. 5c, gestr.; L^2 (Bl. 72 v°)][Fig. 5d, gestr.; L^2 (Bl. 72 v°)][Fig. 5e; L^2 (Bl. 72 v°) u. E^1]

quam gravitatio totius trabis BAC ex puncto quietis [A], ad resistentiam in AB . Quaeritur autem, qualis esse debeat linea BFC , ut resistentiae sint gravitationibus respondentibus proportionales, et trabs ubique aequaliter resistat: hanc ergo

2 linea (1) B (2) $2X$, (3) BFC , L^2 2f. gravitationibus | respondentibus erg. | proportionales | et trabs ubique aequaliter resistat erg. | L^2 gravitationibus respondentibus [...] aequaliter resistat: E^1

[Fig. 5a]: Hierauf war ursprünglich die Passage *Est enim [...] dare possum* (S. 234.1–236.5) in L^1 bezogen. Der Buchstabe D bezeichnete anfangs den Eckpunkt über C . [Fig. 5b]: Hierauf war L^2 ursprünglich bezogen, etwa in der gestr. Passage S. 233.2–18. [Fig. 5c] und [Fig. 5d]: Entwürfe zu [Fig. 5e]. [Fig. 5e]: Hierauf nehmen die überarbeitete Passage *Est enim [...] dare possum* (S. 234.1–236.5) in L^1 sowie die überarbeitete Fassung von L^2 Bezug. 1–3 Quaeritur [...] resistat: Diese Frage war zunächst von Galilei behandelt worden; vgl. *Discorsi*, S. 137–141 (GO VIII, S. 177–181). Leibniz hatte sich damit in Paris befasst; siehe *LSB* VIII, 2 N. 22. Siehe zudem N. 14₄ und 14₈ in diesem Band.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L^2 (Bl. 72 v°) gestrichen:]

comperi esse rectam, seu trabem debere esse prisma triangulare. Cujus sectio quaelibet perpendicularis ad horizontem et murum sit triangulum ABX habens basin in muro, apicem in extremitate trabis; eamque trabem ita formatam, ajo ubique aequaliter ponderi suo resistere. Quod ut ostendam, sit 3.6 pars tertia ipsius 3.X et A.7 pars tertia ipsius AX , erit 3.6 distantia centri gravitatis trianguli 2.3.X 5 a recta 2.3, et A.7 distantia centri gravitatis trianguli BAX a recta BA . Est autem gravitatio seu momentum figurae ut factum ex ductu areae in distantiam centri gravitatis; ergo momenta triangulorum praedicta, erunt in composita ratione triangulorum ipsorum et distantiarum, sunt autem triangula 2.3.X et BAX , ut quadrata rectarum 2.3 et $BA[.]$ et distantiae 3.6 et A.7 sunt ut rectae 3.X et AX seu ut 10 2.3 et BA . Ergo composita ratio triangulorum (quae sunt in duplicata) et distantiarum (quae sunt in simplici ratione rectarum 2.3 et BA) erit triplicata rectarum 2.3 et BA , seu momentum trianguli [2.3.X] ex 3 gravitantis, erit ad momentum trianguli BAX ex A gravitantis, ut cubus ipsius 2.3 ad cubum ipsius BA .

Sed resistentiae in 2.3 et BA sunt inter se ut trilinea parabolica concava 2.3.4.2 et $BACB$ basin et altitudinem aequalem habentia per antedicta[,] quae sunt etiam inter se ut cubi altitudinum 2.3 et 15 $BA[.]$ ergo momenta sunt resistentiis proportionalia. Itaque cum momentum prius sit ad posterius ut resistentia prior ad posteriorem, erit et momentum prius ad resistentiam priorem, ut momentum posterius ad resistentiam posteriorem, ac proinde aequalis ubique trabis firmitas erit. Quod desiderabatur.

2 debere esse (1) triangularem (2) prisma triangulare. L^2 2f. Cujus (1) trianguli (a) bas (b) A (2) sectio sit triangulum (3) sectio verticalis (4) sectio | quaelibet erg. | perpendicularis ad [...] habens basin L^2 4 ajo erg. L^2 4 resistere. (1) Quod (a) 2.3 sit a (b) BA sit a (2) Quod ut ostendam, L^2 6 BA (1) eritque gravitatio (2). Est autem gravitatio L^2 7 figurae (1) idem quod (2) ut L^2 7f. triangulorum | prae erg. | dicta, L^2 8f. 2.3.X (1) ad (2) et L^2 9 rectarum (1) BA et (2) 2.3 et BA et L^2 9 3.6 (1) ad (2) et L^2 9 sunt ut (1) triplae earum (2) rectae (a) AX et (b) 3.X et AX L^2 9f. seu ut (1) 2.3 ad BA ; ergo (2) 2.3 et BA . Ergo L^2 10f. triangulorum (1) et distantiarum, seu quadratorum 2.3 et BA , ipsarumque rectarum 2.3 et BA , (2) (quae sunt in duplicata (a) ratione, (b)) et distantiarum [...] 2.3 et BA) L^2 11 2BX L^2 ändert Hrsg. 12f. cubus (1) 2.3 (2) ipsius 2.3 ad cubum ipsius (a) AB . (b) BA . L^2 14 ut (1) spatia (2) trilinea L^2 15 per antedicta erg. L^2 15f. sunt (1) ut cu (2) etiam inter [...] cubi altitudinum (a), seu ut cubi (b) 2.3 et BA L^2 16–18 proportionalia (1), quod desiderabatur (2). Itaque (a) erit (b) cum momentum (aa) unu (bb) prius | sit erg. | ad posterius [...] ac proinde (aaa) aequaliter ubique resistetur (bbb) aequalis ubique trabis firmitas erit. (aaaa) Et si (bbbb) Quod desiderabatur. L^2

2–18 comperi [...] desiderabatur: Die gestr. Passage gehört zur ältesten Fassung von L^2 (siehe zur Entstehung von N. 146 die editorische Vorbemerkung, S. 172.13–174.30). Einen ähnlichen Gedanken wie hier hat Leibniz im Konzept L^2 seines Briefes an Mariotte von März/April 1683 geäußert und dann ebenfalls getilgt; vgl. LSB III, 4 N. 456, S. 796.9–32. 3 triangulum ABX : Siehe das Diagramm [Fig. 5b] auf S. 232. 15 per antedicta: Siehe S. 229.1–9.

invenietur esse Parabolicam. Est enim resistentia in *FG* ad resistentiam in *BA* ut trilineum parabolicum concavum *FGHF* ad aliud *BAEB*, si basis trilinei sit altitudini ejusdem aequalis, (ut patet ex praecedentibus:) seu ut quadratum *FG* ad quadratum *BA* (quia trilineum tale est tertia pars quadrati circumscripsi.) Sed momentum seu gravitatio portionis *FGCF* cuiuscunque ex *G* libratae, est ad momentum totius trabis *BACB* ex *A* libratae, etiam ut quadratum *FG* ad quadratum *BA*, quemadmodum ex natura parabo-

1 In L^2 am Rand von Bl. 72 v°, mit einem auf Parabolicam bezogenen Einfügungszeichen: Inseratur hic quicquid ascriptum ad pag. $\odot^{[a]}$ de (D) usque ad (D).

[a] pag. \odot : Der Abschnitt *Est enim [...] dare possum* (S. 234.1–236.5) ist nicht in L^2 überliefert, wohl aber – mit Ausnahme der letzten Zeile – in L^1 (Bl. 2 r°), wo er tatsächlich von zwei Mondsichelzeichen (D) eingeschlossen ist; dort ist am Blattkopf auch ein Sonnenzeichen \odot vermerkt. Der ganze Abschnitt ist, wie L^1 insgesamt, gestrichen.

1 invenietur (1) secundum nostram proportionem adhuc manere Parabolicam ut in fig. 3. Nam (a) res fa (b) sumendo *AG* aequ. *AB*, et *GH* aequal. *GF* (aa) patet (aaa) resistentiam in *GF* fore ad resistentiam in *AB* ut trili (bbb) resistentias (bb) patet resistentias in *GF* et in *AB* fore inter se ut (aaa) trili (bbb) linea parabolica concava *FGHF*, *ABGA* seu ut (aaaa) rectangula circumscripta (bbbb) eorum tripla nempe rectangula circumscripta quae sunt (aaaaa) quadrata (bbbb) nihil aliud quam quadrata rectarum *GF*, *AB*. Ergo resistentiae sunt ut (aaaaa-a) quadrata (bbbb-b) haec quadrata, prorsus ut supra. (2) esse Parabolicam. L^2 1–S. 236.5 Est enim [...] dare possum. fehlt L^2 1–3 ut (1) triangulum cujus altitudo et basis | aequalis est ipsi erg. | *FG* ad triangulum simile cujus altitudo et basis (a) *BA*, quae (b) aequalis ipsi *BA* ergo (2) trilineum parabolicum concavum *FGHF* ad (a) aliud trilineum (b) aliud *BAEB*, [...] aequalis, ut patet ex praecedentibus seu L^1 ut trilineum [...] praecedentibus:) seu E^1 3f. *BA* | quia trilineum [...] quadrati circumscripsi; erg. | sed L^1 *BA* (quia [...] circumscripsi.) Sed E^1 4 seu gravitatio erg. L^1 4f. portionis (1) *CF* (2) *FGCF* cuiuscunque ex (a) *F* (b) *G* (aa) librata (bb) libratae L^1 portionis *FGCF* [...] *G* libratae, E^1 5f. *BACB* ex (1) *B* (2) *A* libratae L^1 *BACB* ex *A* libratae, E^1 6 etiam erg. L^1 6 *BA* L^1 *BA*, E^1

1 invenietur esse Parabolicam: Ersetzt in L^2 die dort gestrichene Passage *comperi esse [...] Quod desiderabatur* (S. 233.2–18). Beide Textvarianten (1) und (2) gehören somit zur bearbeiteten Fassung von L^2 (siehe zur Entstehung von N. 146 die editorische Vorbemerkung, S. 172.13–174.30). Die in der Variante (1) erwähnte *fig. 3* ist das Diagramm [Fig. 5e] auf S. 232. Der Verweis *ut supra* bezieht sich auf S. 229.1–9 1 in *FG*: Siehe [Fig. 5e] auf S. 232. 3 ex praecedentibus: Siehe S. 229.1–9.

lae facile demonstratur (nam portiones $CGFC$ et $CABC$ sunt ut cubi a CG , CA . Porro $G3$ et $A2$ sunt quartae partes ipsarum CG et CA , eruntque distantiae centrorum gravitatis portionum $CGFC$ et $CABC$ a punctis quietis seu centris librationis [S. 324] G et A , et momenta dictarum portionum sunt ut facta ex portionibus in distantias, seu in composita ratione portionum sive cuborum a CG et CA , et distantiarum, quae sunt ut ipsae CG et CA : ergo in ratione quadrato-quadratorum a CG , CA , id est in ratione quadratorum ab FG et BA .) Ergo resistentiae sunt momentis seu viribus proportionales, seu ubique eadem momenti cujusque ad suam resistentiam proportio, atque adeo aequalibilis erit firmitas, qua trabs ponderi proprio ubique resistit: et proinde in quantamcunque longitudinem procurrat trabs ita figurata, si prope murum pondere suo non frangatur, nec alibi frangetur. Praeterea cum trabs Prismatico parabolica $CABC$ sit tertia tantum pars plenae $CDBA$, hinc tertia ponderis parte detracta et distantia centri gravitatis ab AG ad ejus dimidiam $A2$ retracta, trabs parabolica sextuplo plena firmior erit. Sed si neglecto pondere trabis intelligatur vis aquae aut venti, aut alia quaedam aequaliter distributa per totam trabis longitudinem, ut si in fig. 6 tignum ABD ex muro procurrens, onus terrae ingestae vel frumenti alteriusve materiae ferre debeat, poterit esse triangulare, lineaque AD recta, et tignum ubique aequaliter resistet ponderi imposito, ut si in muro

1–7 facile demonstrari (1) | potest *versehentlich erhalten* | (2) potest [nam portiones [...] sunt ut (a) quadrata (b) cubi a CG , CA , porro $G3$ et [...] $CABC$ a | punctis quietis seu erg. | centris librationis G et A et momenta [...] ratione portionum (aa) seu (bb) sive cuborum [...] et distantiarum, (aaa) seu ipsarum (bbb) quae sunt ut ipsae CG et CA , ergo in [...] et BA ; ergo L^1 facile demonstratur [...] et BA .) Ergo E^1 7–9 proportionales ; (1) et (2) seu ubique [...] resistentiam proportio, (a) | aequalibilis adeo firmitas erit *versehentlich erhalten* | (b) atque adeo aequalibilis erit firmitas qua [...] ubique resistit L^1 proportionales, seu [...] ubique resistit: E^1 9 et fehlt L^1 10 figurata, (1) si in muro (2) si prope murum (in AB) (a) seu mo (b) pondere suo L^1 figurata, si [...] pondere suo E^1 11f. frangetur (1), et cum sit tertia tantum pars (2). Praeterea cum parabolica $CABC$ sit [...] plenae $CDBA$, L^1 frangetur. Praeterea [...] plenae $CDBA$, E^1 12 detracta, L^1 detracta E^1 12 distantia erg. L^1 12f. ad (1) $A2$ (2) ejus dimidiam (a) Ay (b) $A2$ erg. L^1 13 erit. (1) Eadem locum (2) Sed (a) habeat, (b) si neglecto L^1 15f. longitudinem, (1) et in plano (2) ibi (3) vel (4) de (5) onus ferendum ess (6) ut si onus ferendum sit (7) ut si in fig. 6 tignum ABD ex muro (a) projectum, (b) procurrens, onus terrae ingestae | vel frumenti erg. | alteriusve materiae ferre debeat, L^1 longitudinem, ut [...] ferre debeat, E^1 17 et (1) (–) minus (2) idem (3) tignum ubique L^1

1–7 facile [...] Ergo: Die im Text der Variante (2) von L^1 vorkommenden eckigen Klammern stammen von Leibniz. 15 fig. 6: Siehe das Diagramm [Fig. 6c] auf S. 236.

non frangatur, nec alibi frangi possit: nam ex notis mechanicae legibus, momentum ponderis incumbentis ipsi GD , est ad momentum ponderis incumbentis ipsi BD , ut quadratum GD ad quadratum BD , seu ut quadratum GF ad quadratum BA ; id est ut resistantia in GF ad resistantiam in BA : quod si partim pondus impositum, partim figura trabis consideretur, nihilominus figuram aequaliter resistentem dare possum.

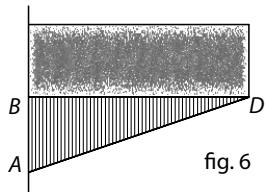


fig. 6

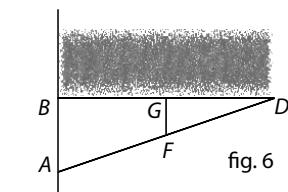


fig. 6

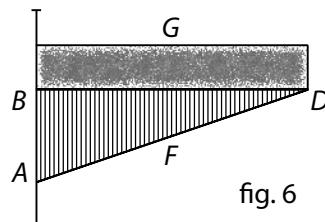
[Fig. 6a, gestr.; L¹ (Bl. 2 r°)][Fig. 6b, gestr.; L¹ (Bl. 2 r°)]

fig. 6

[Fig. 6c; E¹]

1f. legibus, (1) pondus incumbens (2) momentum ponderis incumbentis L^1 2 est ad (1) pondus incumbens ipsi (2) momentum ponderis incumbentis ipsi BD , L^1 3 seu ut quadratum (1) FG ad (2) GF ad quadrat. BA L^1 seu ut [...] quadratum BA ; E^1 4 $BA \cdot L^1 : BA : E^1$ 4f. quod si [...] dare possum. fehlt L^1

1 ex [...] legibus: Vgl. etwa GALILEI, *Discorsi*, S. 117f. (GO VIII, S. 158.33–159.34). 4 figura trabis: Stattdessen ist laut LSB III, 4 N. 72, S. 181.27–28 *pondus trabis* zu lesen. Keine entsprechende Verbesserung ist in den 1693 veröffentlichten Korrigenda anzutreffen; vgl. N. 1410, S. 259.11–12. [Fig. 6a] bis [Fig. 6c]: Kein entsprechendes Diagramm ist in L^2 überliefert.

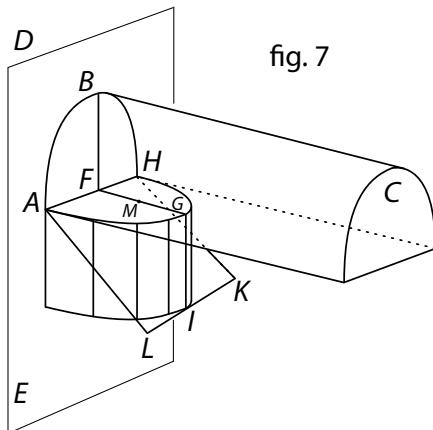
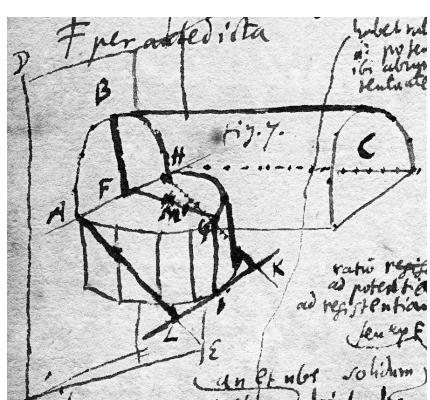
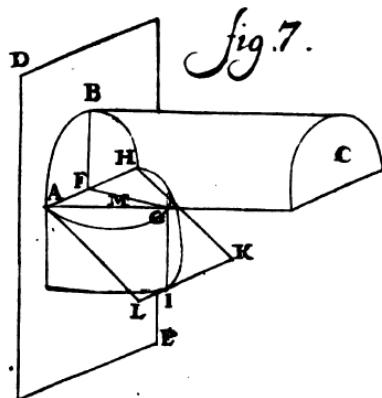


fig. 7

[Fig. 7a]

[Fig. 7b; nach L² (Bl. 72 v^o)][Fig. 7c; nach E¹]

[Fig. 7a]: Das Diagramm entspricht den Angaben auf S. 238, 5–15. [Fig. 7b] und [Fig. 7c]: Beide Diagramme sind perspektivisch mangelhaft. Die Zeichnung ist in L¹ nicht überliefert, wohl aber nahezu identisch im Brief an Mariotte vom März/April 1683 (LSB III, 3 N. 456, S. 797).

Hactenus autem consideravimus tantum trabem, cujus superficies, qua muro vel sustentaculo adhaeret, ubique aequa alta est, unde sufficit assumere rectam BA , sed quia superficies communis trabi et parieti, varia esse potest, demus regulam generalem pro resistantia ejus Geometrice determinanda, cujus speciales casus si cui pertractare vacabit, is multa perelegantia theorematata deprehendet. In genere autem, sit trabs $ABHC$, fig. 7, cujus sectio ad sustentaculum DE sit planum ABH figurae cujuscunq; Demittatur illud in horizontem, seu in plano horizontis describatur aliud ei aequale, simile, et similiter positum AGH . Ex puncto G ab AH horizontalium infima maxime remoto (quod respondet puncto B) ducatur ad AH perpendicularis GF (ipsi BF aequalis) et fiat corpus cylindricum, cujus basis aut sectio [S. 325] quaecunque parallela horizonti sit similis et aequalis ipsi AGH , altitudo autem perpendicularis sit GI , aequalis FG vel BF ; quod corpus liceat appellare cylindrum. Per I ducatur tangens indefinita KIL parallela ipsi AH . Tandem planum transeat per AH et KL , quod ad horizontem faciet angulum semirectum et corpus cylindricum secabit in duas partes, quarum illa in quam cadit GI , quae in figura est supra planum secans, a Geometris dicitur *Ungula*. Dico hanc *Ungulam* a cylindro resectam facientem officium vectis, cujus fulcrum sit in AH , aquare vel repraesentare resistantiam trabis $ABHC$ transversim in AHB rumpendae, si pondus ipsius cylindri ad eandem directe ex muro evellendam sufficit. Sed ne opus sit ungulam considerari ad modum vectis, et ut pondus resistantiam repraesentans absolute habeamus, suspendatur

1-S. 239.8 Hactenus autem [...] unice desideratur. *fehlt L¹* 1f. autem (1) solam lineam (2) consideravimus tantum trabem cujus (a) sectio communis cum muro est parallelogrammum (b) superficies qua muro adhaeret (c) alt (d) superficies (aa) qua muro adhaeret (bb) qua muro vel sustentaculo adhaeret (aaa) BA (bbb), ubique aequa alta est, unde | hactenus *gestr.* | sufficit assumere (aaaa) lineam (bbbb) rectam BA . Sed L^2 autem consideravimus [...] BA , sed E^1 3 parieti L^2 parieti , E^1 4f. ejus (1) repraesent (2) geometrice repraesentanda; (a) qui si cujus vacabit speciales casus pertractare (b) cujus speciales [...] pertractare vacabit L^2 ejus Geometrice [...] pertractare vacabit, E^1 5 autem L^2 autem , E^1 6 fig. 7, erg. L^2 6 ad (1) murum (2) sustentaculum DE L^2 7 aequale L^2 aequale , E^1 7 simile L^2 simile , E^1 8 Ex (1) A (2) punto G L^2 8 horizontalium infima erg. L^2 9 GF (1) (aequalis ipsi BF) (2) (ipsi BF aequalis) L^2 11f. FG | vel BF erg. | . L^2 FG vel [...] appellare cylindrum. E^1 13 planum (1) quod transit (2) transeat L^2 13 KL L^2 KL , E^1 13 semirectum , L^2 semirectum E^1 14 GI seu quae L^2 GI , quae E^1 15 *Ungula*. L^2 *Ungula*. E^2 15f. hanc (...) (facien)tem (off)icium L^2 17 transversim | (1) ad murum (2) in (a) ABH (b) AHB erg. | rumpendae L^2 transversim in AHB rumpendae, E^1 18 eandem (1) recta (2) directe L^2 19 pondus (1) vim (2) resistantiam L^2

6 fig. 7: Das Diagramm [Fig. 7a] auf S. 237.

ungula ex punto M , seu ex FM distantia centri gravitatis unguiae a pariete; et ita exakte resistantiam transversalem aequabit, si cylinder totus aequat directam. Itaque cum quaeretur an, et ubi solidum aliquod frangi debeat, Geometrae non erit difficilis aestimatio; id enim aut non aut ibi potissimum fiet, ubi momentum unguiae, seu factum ex unguia ducta in distantiam sui centri [gravitatis] a plano verticali in quo est axis librationis[,] omnium minimam habebit rationem ad potentiam ibi abrumperem tentantem: ut proinde his paucis consideratis tota haec materia redacta sit ad puram Geometriam, quod in physicis et mechanicis unice desideratur.

[Nachfolgender Textabschnitt ist lediglich in L^3 und E^1 überliefert:]

Additio: si quis conoeides aliquod quaerat, aequalis resistantiae[,] huic satisfaciet Tuba 10 parabolica. Sit in fig. 8, parabolica linea AEC cujus vertex A , tangens verticis AB , circa quam tanquam axem, rotetur linea parabolica, et fiet Tuba $AECGDFA$. Sumta jam adhuc alia Tubae portione $AEHFA$, cum resistantiae basium seu circulorum CGD , EHF sint ut Cubi diametrorum CD , EF ; reperiatur, momenta ipsarum portionum $AECGDFA$ et $AEHFA$ ex natura parabolae esse etiam ut cubos CD , EF .

15

1 puncto M (1) respondente ejus centro gravitatis | et GH erg. | (2) seu ex FM ; distantia centri gravitatis unguiae a pariete L^2 puncto M , [...] a pariete; E^1 2 exakte (1) repreaesentabit (2) resistantiam transversalem aequabit, L^2 2 si (cylind)er L^2 2 aequat (1) rectam (2) (...) L^2 aequat directam. E^1 3 cum (1) quaeritur (2) quaeretur (a) ubi trabs (b) an et ubi solidum L^2 cum quaeretur [...] ubi solidum E^1 4 aestimatio , L^2 aestimatio ; E^1 4 enim | aut non, aut potissimum erg. | ibi L^2 enim aut [...] ibi potissimum E^1 4-7 ubi (1) factum ex unguia in (2) momentum unguiae seu factum ex unguia (a) in dista (b) ducta in (aa) FM (bb) distantiam sui centri gravitatis (aaa) M (bbb) a recta (ccc) a plano AH (ddd) ab axe librationis (eee) a plano in quo est axis librationis (aaaa) AH (bbbb) erit omnium minimum. (cccc) ratio (aaaaa) resistantiae ad potentiam, seu (bbbb) potentiae ad resistantiam (ddd) omnium minimam habet rationem ad [...] tentantem. Ut L^2 ubi momentum [...] sui centri | gravitatis, ändert Hrsg. | a plano [...] tentantem: ut E^1 10-15 Additio: si quis [...] cubos CD , EF . fehlt L^1 u. L^2 10 aliquod fehlt L^3 10 quaerat L^3 quaerat , E^1 10 aequalis ubique resistantiae; L^3 aequalis resistantiae E^1 11 fig. 8, fehlt L^3 11 AEC , L^3 AEC E^1 12 axem L^3 axem , E^1 12 parabolica ; L^3 parabolica , E^1 12 Tuba | parabolica gestr. | $AECGDFA$. (1) Sint (2) Sumta L^3 13 alia portione Tubae L^3 alia Tubae portione E^1 13 basium , L^3 basium E^1 13 EHF , L^3 EHF E^1 14 cubi L^3 Cubi E^1 14 EF , L^3 EF ; E^1 14 reperiatur L^3 reperiatur ; E^1

5f. unguia [...] rationem: Laut LSB III, 4 N. 72, S. 181.28–32 soll der Satzteil folgendermaßen heißen: *ungula ducta in distantiam sui centri gravitatis a plano verticali in quo est axis librationis, omnium minimum[!] habebit rationem*. Nur teilweise ähnliche Verbesserungen sind in den 1693 veröffentlichten Korrigenda anzutreffen; vgl. N. 1410, S. 259.11–12. 11 fig. 8: Das Diagramm [Fig. 8b] auf S. 240.

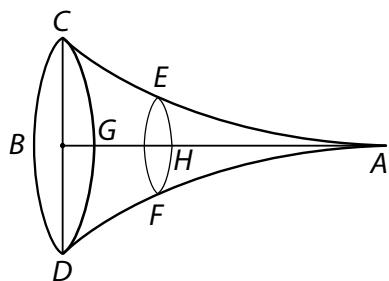
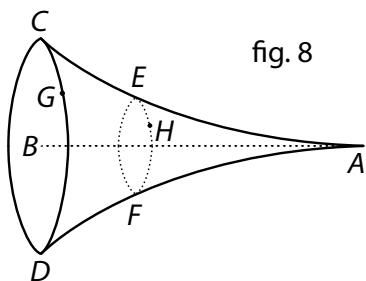
[Fig. 8a; L^3 (Bl. 3 r°)][Fig. 8b; E^1]

fig. 8

[Fig. 8a] und [Fig. 8b]: Kein entsprechendes Diagramm ist in L^1 oder L^2 überliefert.

14₇. DEMONSTRATIO QUOD EXTENSIONES ELASTICORUM SINT VIRIBUS
TENDENTIBUS PROPORTIONALES

[März / April 1683 – erste Hälfte 1684]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 16 Bl. 2–3. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 3 mit Ge-
genmarke auf Bl. 2: Papier aus dem Harz. Zwei stark bearbeitete Seiten auf Bl. 2 v° und
Bl. 3 r°; Bl. 3 v° ist leer; Bl. 2 r° und die ersten zwölf Zeilen auf Bl. 2 v° überliefern das
Konzept N. 14₆, L¹, das von N. 14₇ ursprünglich fortgesetzt wurde. Die Nummerierung 5
der Diagramme [Fig. 1] bis [Fig. 6a] in N. 14₇ zählte ursprünglich drei in N. 14₆, L¹
überlieferte Diagramme mit (siehe zu N. 14₆, L¹, S. 220.2–12). Am Kopf von Bl. 2 r°
Vermerk von Leibnizens Hand: *Demonstratio quod extensiones Elasticorum sint viribus
tendentibus proportionales [/] Verte*

[2 v°] Demonstratio nova, quod chordarum, aliorumque corporum solidorum 10
rum Elasticorum extensiones sint viribus tendentibus proportionales,
ex hypothesi fluidi Elastici in eorum poris existentis, non tamen satis
libere per eos commeantis

Sit in fig. 1 chorda AB nullo modo tensa, sed in statu naturali constituta, quae appenso
pondere [E] extendatur a B usque ad C, appenso autem pondere [F] extendatur a B usque 15
ad D, ajo pondera tendentia fore extensionibus proportionalia, seu E ad
F ut BC ad BD. Quae quidem propositio demonstrari potest adhibito aere vel alio fluido
Elastico quod tanquam homogeneum concipitur, si quidem chordarum vel aliorum
corporum crassiorum Elastrum ab eo oriri ponatur. Sit enim Tubus AB apertus in A clausus
in B, figura 2, pars BC plena aere ordinario. Embolus LM extrahendo promoveatur 20

10f. solidorum erg. L 12 Elastici (1) permeantis (2) in eorum poris existentis, L
14 fig. (1) 4 (2) 1 L 15 E erg. Hrsg. 15 D L ändert Hrsg. 16 ad D, (1) erunt
(2) ajo pondera tendentia fore L 17 quidem (1) Hypothesis (2) propositio L 18 quod
tanquam homogeneum concipitur erg. L 19 oriri (1) concipiatur. (2) ponatur. L 20 figura
(1) 5, (2) 2, L 20 ordinario | seu in statu naturali gestr. | . Embolus L

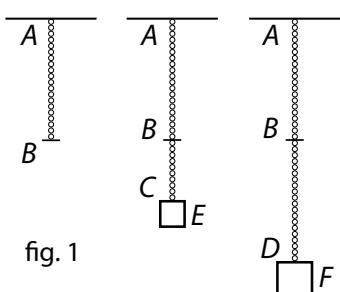
10–13 Demonstratio [...] commeantis: Die Überschrift wurde als neuer Anfang von N. 14₇ am
Rand von Bl. 2 v° ergänzt, nachdem das Teilkonzept N. 14₆, L¹ auf Bl. 2 r° und in der ersten
Zeilen von Bl. 2 v° gestrichen worden war. 14 fig. 1: Das Diagramm [Fig. 1] auf S. 243.
17f. Quae [...] Elastico: Siehe hierzu die Aufzeichnung LH XXXVII 3 Bl. 125–127 (sie soll in LSB VIII
veröffentlicht werden). 20 figura 2: Das Diagramm [Fig. 2] auf S. 243.

a C usque ad E. Dico vim necessariam extractioni priori fore ad vim necessariam extractioni posteriori ut CD ad CE. Nam aer esternus et tubo inclusus sunt in aequilibrio, seque continent in statu uniformitatis, vis autem Elastica nascitur ex difformitate, dum verbi gratia aer internus occupat spatium proportione majus externo, cumque causae 5 sint effectis homogeneis proportionales, effectusque sit difformitas ab aucto spatio aeris inclusi, utique vires spatium augentes seu embolum extrahentes, erunt extractionibus proportionales. Motum enim aetheris difformitate illa turbari; atque inde vim elasticam

2–S. 243.2 *Am Rand:* Demonstrandum hoc accuratius. *Nachträglich hinzugefügt:* Aer ordinarius in vacuo positus sustinebit $\wp = a$ talis scilicet aer qualis est in BC, ut Aer dilatatus in BD sustinet $\frac{1}{2}a$, in BE $\frac{1}{3}a$ \wp^{ii} etc. Ergo ad trahendum M in D opus est pondere $\frac{1}{2}a$, ad trahendum in E opus est pondere $\frac{2}{3}a$. Et generaliter si EB : EC sit x , erit vis aeris inclusi elastica residua: $4 : x$. Pondus autem quo ad E usque extrahendus embolus, erit $\frac{x-1}{x}a$. Itaque in talibus Elasticis non sunt extensiones, ut vires tendentes.

2–S. 243.2 ad CE. (1) Nam aer externus qui Elastro aut pondere suo, aut potius utroque Embolum introrsum in tubum pellere conatur, impeditur vi Elastica aeris inclusi. Constat autem (etiam experimentis) (a) vim Elastica aeris (b) eam (c) vim elasticam (d) vim aeris inclusi diminui proportione aucti spati quod ipsi conceditur ultra spatium ordinarium; quicquid autem decedit de vi Elastica aeris inclusi dandum est potentiae extrahenti, quae scilicet inter trahendum sustinere debet embolum contra vim aeris externi. Scio quidem quae de pondere et Elastro aeris a Torricellio, Pascalio, Gerickio et Boylio asserta sunt quibusdam nondum adhuc probari, sed a me tamen habentur pro demonstratis, et brevitas causa nunc supponuntur | praesertim cum revera eodem res redeat sive (1) dicas (2) Elastrum statuas quo se aer dilatare conetur, sive funiculum quod se conetur contrahere, cum revera neutrum conatum per se, sed potius ab Aetheris motu habeat; nec referat an dicas aeris inclusi funiculum suspensum sustinere Mercurium, dum aeris externi (a) cylinder (b) pondus sustinetur ab aeris externi superioris funicolo; an potius dicas aeris externi pondus sustinere Mercurium *erg. | .* (2) Nam aer [...] occupat spatium | proportione *erg. |* majus externo, [...] sint effectis (a) uniformis (b) homogeneis proportionales, (aa) causaque (bb) effectusque sit difformitas | seu differentia consistentiae inter aerem internum et externum *erg. u. gestr. |* ab aucto [...] proportionales. Motum (aaa) autem (bbb) enim aetheris [...] sumtis constat. L

7–S. 243.1 Motum [...] est: Siehe etwa G. W. LEIBNIZ, *Hypothesis physica nova*, Mainz 1671, § 27 (LSB VI, 2 N. 40, S. 234f.).



[Fig. 1]

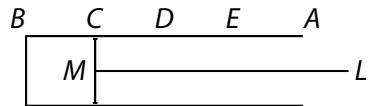
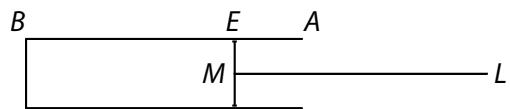


fig. 2



[Fig. 2]

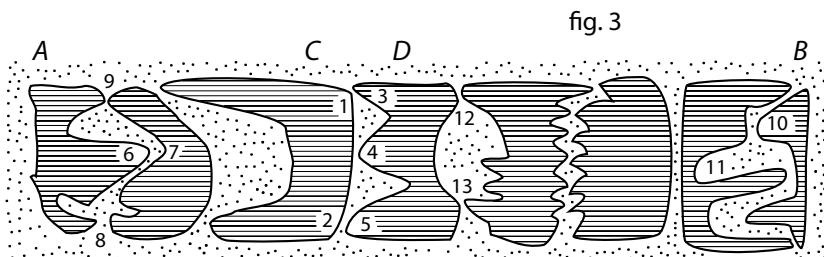
seu conatum uniformitatis oriri alias dictum est. Idem experimentis hydrargyro in aere sumtis constat.

Sed forte dubitabit aliquis quomodo chordarum aliorumque corporum solidorum tensio derivari possit ab Elastro alicuius corporis fluidi, nam primo Horologia portatilia laminis chalybeis instructa non minus procedunt in aere dilatato sive in vacuo Magdeburgico, quam in aere communi; secundo non videtur probabile tubos atque embolos exakte tubis respondentes, ubique in chordis aut laminis Elasticis fingere. Sed sciendum est quoad primum, ex Recipiente quem vacuum dicunt exhaustiri solummodo aerem

5

3 solidorum erg. L 4 nam (1) praeterquam quod (2) primo L 4f. portatilia (1) Elasticis (2) laminis chalybeis L 6 secundo erg. L 7 exakte tubis respondentes, erg. L 8–S. 244.1 est (1) ex vacuo Magdeburgico ita di (2) quoad primum, [...] vacuum dicunt (a) superesse (b) exhaustiri solummodo aerem crassiorem, superesse L

[Fig. 1]: Das Diagramm hieß ursprünglich *fig. 4*. [Fig. 2]: Das Diagramm hieß ursprünglich *fig. 5*. 1f. Idem [...] constat: Wie die Variante (1) zum Textabschnitt *Nam aer [...] sumtis constat* (242.2–243.2) zeigt, meint Leibniz insbesondere die Experimente von E. Torricelli, B. Pascal, O. von Guericke und R. Boyle. Siehe *LSB VIII*, 1 N. 39, S. 306. In der Variante (1) erwähnt Leibniz zudem die alternative, auf der „Funiculus-Hypothese“ beruhende Erklärung, die auf F. LINUS, *Tractatus de corporum inseparabilitate*, London 1661, zurückgeht. Siehe *LSB VIII*, 1 N. 40, S. 326.9–18. 4–6 Horologia [...] communi: Vgl. O. v. GUERICKE, *Experimenta nova*, l. III, cap. 15, Amsterdam 1672, S. 91f. Zu diesem Versuch *De sono in vacuo* hat Leibniz einen Auszug verfasst: *LSB VIII*, 1 N. 36, S. 256f.



[Fig. 3]

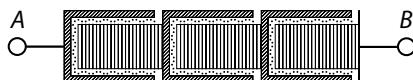
crassiores, superesse vero alium subtiliorem, qui per intervalla corporum majora transire potest, licet excludatur a minoribus; unde ille in partibus insensibilibus chordarum et laminarum idem praestat quod aer communis in corporibus crassis. Hoc admisso dicemus ad secundam objectionem[:] etsi nulli sint tubi atque emboli illis exakte respondentes, 5 esse tamen aliiquid illis vicarium, quo natura idem quod tubis accurato embolo clausis praestat, simplicissimo sane artificio quod quia magni momenti est ad intelligendam corporum structuram, distinctius aperiemus. Ponatur filamentum aliquod *AB* in fig. 3 constare ex partibus irregularibus sibi in longum appositis quibuscunque, sive contiguis, sive etiam aliquando tantum vicinis; et intelligamus per intervalla horum ruderum sive 10 fragminum aliquod fluidum elasticum diffundi. Quoniam ergo corpora sunt valde irregulares, et nihilominus valde sibi admota, hinc serratili sinuosave forma, modo sibi accident, aut sese plane attingent, modo a se invicem recedent, atque ita intra hos sinus multiplices plurimum fluidi comprehendent. Si jam ponantur fluidi hujus partes, comparatione nostri aeris subtile, at comparatione angustiarum quas rudera (ut *C* et *D*) inter se relinquunt 15 satis adhuc crassae, vel saltem ad divisionem tam subtilem parum aptae (quemadmodum videmus certe aerem communem licet aqua subtilior videatur, tamen quia se non libenter

1 subtiliorem, | etiam Elasticum *erg. u. gestr.* | qui *L* 1f. per (1) poros (2) intervalla corporum (a) transire potest, majores (b) majora transire potest, (aa) excludatur tamen (bb) licet excludatur *L* 2 minoribus; (1) et proinde (2) unde ille *L* 3 crassis. (1) Haec (2) Hoc *L* 3–7 admisso (1) aperiemus aliiquid magni momenti ad intelligendam corporum structuram interiore. Nimirum (2) dicemus ad [...] atque emboli | illis *erg.* | exakte respondentes, [...] sane artificio | quod quia [...] distinctius aperiemus *erg.* | . (a) Ponamus filum (b) Ponatur filamentum *L* 7f. fig. (1) 6 (2) 3 (a) componi (b) constare *L* 9 intelligamus *erg. L* 10 fragminum (1) aerem illum subtilem (2) aliquod (a) in (b) fluidum elasticum *L* 10 ergo *erg. L* 11 sinuosave *erg. L* 11f. accident, (1) modo a se (2) aut sese [...] a se *L* 13 jam (1) ponatur (2) ponantur *L* 16 aerem (1) ipso (2) licet (3) communem licet *L*

[Fig. 3]: Das Diagramm hieß ursprünglich *fig. 6*. 7 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3].

distrahi patitur, aliquando per corpora non penetrare, quae aqua facile pervadit) hinc etsi angustiae [3 r°] illae sint apertae, tamen respectu fluidi elastici inclusi ac circumfusi, cui exitum et introitum negant, poterunt pro clausis haberi. Et ideo si filamentum ab uno apprehendatur in A, et trahatur versus A, et simul ab altero apprehendatur in B et trahatur versus B, tunc fragmenta ex quibus componitur, cohaerebunt vicinum vicino, instar duorum tabularum [marmorearum] politissimarum, non obstante irregularitate superficierum quibus sibi admoventur. Exempli gratia fragmenta C et D admoventur sibi superficiebus 1.2 et 3.4.5, quae licet inter se non congruant, tamen modo fluidum elasticum internum et externum per angustias inter 1 et 3 vel 2 et 5 penetrare non possit, perinde erit ac si superficies exacte congruerent. Similiter si promontorium 6 in sinum 7 ita procurrat 10 ut parum intervalli relinquat, utique fluidum per 8 irrumpens, facile excludetur spatio 6.7.9[;] et promontorium 10 sinum 11 licet sibi exacte non respondentem, non minus claudet, ob eandem rationem ac embolus tubum solet, et ita difficulter sese ex eo extra-hi patietur. Causa autem generationis talium filamentorum ex hujusmodi ruderibus sive fragminibus constantium multiplex esse potest, hanc tamen valde frequentem arbitror, 15 ut linea aliqua ducta ex materia adhuc ob motum caloremque fluida, mox congeletur, et ita in multa fragmina dissiliat, quae tamen non obstante irregularitate arcte sese contingent[,] cum paulo ante cohaerent, et a congelatione tantum rimas acceperint,

fig. 4

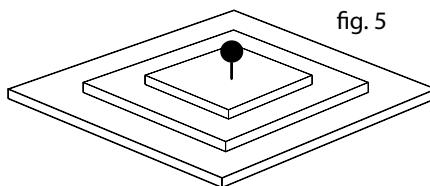


[Fig. 4]

2 elasticis erg. L 2f. inclusi (1) cui exitum et (2) at (3) ac circumfusi | de quo agitur erg.
u. gestr. | , cui exitum et L 3 si (1) quis (2) filamentum ab uno L 4 et simul erg. L
6 marmoream L ändert Hrsgr. 7 gratia (1) fragmenta C et (2) fragmenta C et D L 8 3.4.5,
(1) ubi licet (2) quae licet L 8f. elasticum (1) de quo (2) intus (ab) (3) internum et externum L
10 promontorium | ipsius gestr. | 6 in L 10 sinum | ipsius gestr. | 7 ita L 11 parum (1) spatii
(2) intervalli L 12f. et (1) sinus (2) promontorium 10 sinum 11 (a) eodem modo non minus claudet,
ac embolus tubum solet, licet sibi (b) licet (c) licet sibi [...] tubum solet, L 14 hujusmodi erg. L
15 potest, (1) illam (2) hanc L 15-S. 246.1 arbitror, (1) | ut streicht Hrsgr. | materia ob calorem
motumque fluida paulatim congeletur, atque ita in (a) (rivum) (b) lineam d (2) ut linea aliqua (a) fluida
(b) duc (c) ducta ex [...] congeletur, et (aa) in (bb) ita in [...] quae tamen (aaa) nihilominus (bbb) non
obstante irregularitate arcte (aaaa) sese (bbbb) satis sese contingent (aaaaa). His ita intellectis perinde
erit, (bbbb). Cum (cccc) cum paulo [...] in 10.11. L

[Fig. 4]: Das Diagramm hieß ursprünglich fig. 7.

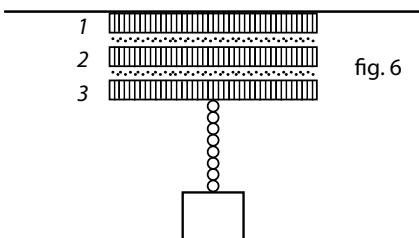
ut in 10.11. Fila autem quae nobis visibilia sunt ex multis millibus filamentorum qualia depinximus constare credibile est, ut videmus certe fila araneae aut bombycis semper adhuc in alia dividi posse, et folia talci in alia folia posse resolvi donec visum fugiant. Unde non est mirum tantam esse corporum quorundam tenacitatem. Nam insertionibus illis 5 continuis prominentiae corporis unius in sinum alterius, cuius prominentia rursus in sinum tertii intrat, atque ita porro; idem praestatur quod in fig. 4 si emboli in tubos inserantur, et embolis novi rursus tubi adhaereant. Item contactu viciniaque partium in fig. 3 idem praestatur quod pluribus tabulis politis sibi immistis ut in fig. 5. Et sciendum est tabulas marmoreas politas, licet eas tanquam perfecte rigidas concipiamus, non tamen primo 10 separationis momento a se invicem divelli. Nam in fig. 6 sint tres tabulae marmoreae politae sibi applicatae, 1.2.3, quarum suprema 1 sit fixa in loco superiore, media 2 ei subdit, et huic tertia 3, cui appensum pondus. Hoc pondus tabulas primo tam parum a se invicem removebit, ut aeri circumfuso nondum pateat introitus[,] itaque non ante sequetur divulsio quam ubi intercapedo sufficiens erit aeri transmittendo. Idem ergo dicendum est



[Fig. 5]

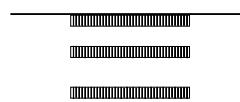
1 sunt | forte *gestr.* | ex L 3–8 fugiant. (1) Haec ergo fragmina idem praestabunt, quod plures tubi posito (2) Unde non [...] quorundam tenacitatem. (a) Quoni (b) Idem enim (c) Nam insertionibus illis (aa) sinu (bb) prominentiarum in sinus praestatur, quod (cc) continuis prominentiae [...] quod in fig. (aaa) 7 (bbb) 4 (aaaa) tubis (bbbb) embolis in tubos insertis, in (aaaaa) qui (bbbbbb) quibus emb (cccc) si emboli [...] tubi adhaereant (aaaaa), vel in fig. 8 (bbbbbb). Item contactu (aaaaa-a) et vicinia (bbbbbb-b) viciniaque (aaaaa-aa) horum corporum (bbbbbb-bb) co (cccccc-cc) fragmentor (ddddd-dd) partium in fig. (aaaaa-aaa) 6 (bbbbbb-bb) 3 idem praestatur, (aaaaa-aaaa) quod (bbbbbb-bbbb) quod L 8 fig. (1) 8. (2) 5. L 8 est | duas *gestr.* | tabulas L 9 politas, (1) quas velut perfecte (2) licet eas tanquam perfecte L 10 divelli. (1) Sit enim in fig. 9 (2) Nam in fig. (a) 9 (b) 6 sint L 11 applicatae, (1) qua (2) 1.2.3, quarum L 11 suprema (1) si (2) 1 sit L 12f. Hoc | pondus erg. | tabulas (1) (undiq) (2) non (3) potest (4) primo tam [...] se invicem (a) removere (b) removebit, L 13 introitus (1) et (2) itaque L

6 fig. 4: Das Diagramm [Fig. 4] auf S. 245. 7 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3] auf S. 244. 8 fig. 5: Das Diagramm [Fig. 5]. 8–10 sciendum [...] divelli: Siehe N. 14₂, S. 188.15–189.8, und N. 14₅. 10 fig. 6: Das Diagramm [Fig. 6a] auf S. 247. [Fig. 5]: Das Diagramm hieß ursprünglich fig. 8.



[Fig. 6a]

fig. 6



[Fig. 6b, gestr.]

in fig. 3, et proinde filamenta tamdiu extendentur donec tandem separatio partium ex quibus constant sufficiens fiat ad fluidum illud elasticum, quod aere communi subtilius esse[,] crassitatem tamen suam habere duximus[,] transmittendum; itaque eadem leges quae in aere communi, hic locum habebunt.

Etsi autem Tubus unus in fig. 4 alio sit amplior, vel in fig. 3 unum planum contactus ut 1.2 alio ut 12.13 majus, tamen cum A et B in diversa trahuntur, simul omnes partes distrahitur, omnesve emboli extrahentur uniformi quaedam difformitate, nam ubique ita moderanda est extractio illa simultanea ut spatia aeris inclusi proportiona-
liter augeantur, seu ut uno in duplum spatium dilatato, etiam alter fiat duplo rarior[;]
et proinde ruptura contingat caeteris paribus in loco maxime sinuoso, ubi maxima est 5
distractio, ibi enim primum sufficiens fluido externo aditus datur. Licet autem plures tubi
conjuncti intelligantur, ut in fig. 4, iisque capacitate inaequales, tamen in singulis verum
10

1 fig. (1) 6, (2) 3, L 1f. tandem (1) superet (2) separatio partium [...] sufficiens fiat L 2 ad
 (1) aerem (2) fluidum illud L 3 esse crassitatem [...] habere duximus erg. L 4 hic erg. L
 5 fig. (1) 7 (2) 4 L 5 sit (1) latior (2) amplior, L 5 fig. (1) 6 (2) 3 L 6f. majus,
 | (neque enim sinuositas sua consideranda est, sed planum ad lineam distinctionis AB perpendicularare)
 gestr. | tamen (1) distrahitur (2) cum A et B in diversa (a) dis (b) trahuntur, simul omnes partes | vel
 tubi gestr. | distrahitur, L 7-11 extrahentur (1) magis tamen illi quorum tubi sunt angustiores
 (2) uniformi quaedam difformitate, | (1) extractione angustiam compensantem (2) nam ubique [...]
 simultanea ut (a) si unus aer unius (b) spatia aeris [...] duplo rarior erg. | et proinde ruptura contingat
 (a) in tubo vel breviore vel angustiore, aut (b) in contactu illo, ubi (c) caeteris paribus [...] ibi enim L
 11 fluido (1) via datur (2) externo aditus datur. L 12 intelligantur, (1) ut in (2) ut in fig. (a) 7,
 (b) 4, L

[Fig. 6a]: Das Diagramm hieß ursprünglich fig. 9.
 5 fig. 3: Das Diagramm [Fig. 3] auf S. 244.

fig. 4: Das Diagramm [Fig. 4] auf S. 245.

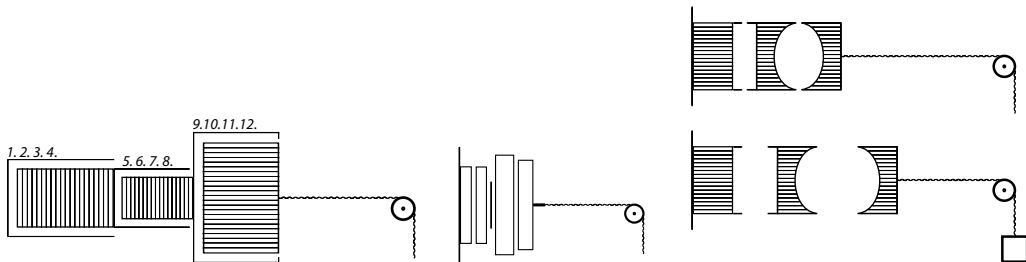
erit, per ostensa ad fig. 2 (ac proinde et in toto filamento ex iis composito), quod asseruimus, nempe extractiones embolorum seu prominentiarum ex tubis vel sinubus, vel distractiores vicinitatum, adeoque totius filamenti extensiones, fore viribus extendentibus proportionales, quia si proportionalibus proportionalia addantur, tota proportionalia sunt.

Quod ut appareat distinctus, sint in fig. 7 tria corpuscula hoc ordine sibi apposita: $ab[m]$, $cd[n]$, efg et prope sibi admota in situ primo, at in situ secundo per appensum pondus K distracta, ita quidem, ut aer comprehensus antea in spatio $1b1c1m$ nunc occupet spatium duplum $2b2c2m$, itaque similiter spatium $2d2e2h2g2n$ debet esse duplum spatii $1d1e1h1g1n$, seu rectangulum quod accessit[,] nempe $2d2e2g2n$ [,] ipsi $1d1e1h1g1n$ aequale. Hinc si in tertio situ pondus appendatur L , duplum ponderis K , adhuc semel tantundem spatii accedet, aerisque dilatatio duplicabitur, eritque spatium $3b3c3m$ triplum ipsius $1b1c1m$, et $3d3e3h3g3n$ triplum ipsius $1d1e1h1g1n$, et ut in secundo situ ad spatium $2e2h2g$ accessit aequale ipsi rectangulum $2d2e2g2n$, ita in situ tertio rursus accedit tale rectangulum, nam rectangulum $3d3e3g3n$ est ipsius $2d2e2g2n$ duplum. Unde patet sinuositatis ipsius spatii ehg non haberi rationem, sed tantum rectangulorum ei aequalium, sive horum altitudinum, nempe bases dn , eg semper manent, altitudines variantur[:] nam posterior $3d3e$ est dupla ipsius $2d2e$, et $3b3c$ tripla ipsius $1b1c$ [] et omnes computando altitudines, ut est pondus K ad pondus L , ita est extensio facta a pondere K , seu excessus ipsius $2a2f$ super $1a1f$, ad extensionem factam a pondere L , seu ad excessum ipsius $3a3f$ super $1a1f$. Quod demonstrandum erat. Manifestum est enim eandem ratiocinationem manere utcunque multiplicatae sint partes componentes, aut continuetur extensio,

1–3 erit, (1) | embolorum *erg.* | extractiones, seu totius filamenti (a) ex iis compositi (b) ex his tubis vel partibus sinuosis compositi (2) per (a) ostens (b) ostensa ad fig. (aa) (5) (bb) 2 (aaa) extensiones (bbb) (ac proinde et in toto (aaaa) ex iis (bbbb) filamento ex iis composito), (aaaaa) extensiones, seu (bbbbbb) quod asserimus, [...] vel distractiores (aaaaaa-a) partium vicinarum (bbbbbb-b) vicinitatum, L 3f. viribus (1) proportionales (2) extendentibus proportionales, L 7 m *erg. Hrsg.* 7 n *erg. Hrsg.* 7f. secundo (1) ita (2) per appensum pondus K (a) ita (b) distracta, ita quidem, L 10 seu (1) parallelogrammum (2) rectangulum L 10 accessit (1) spatio ut $2d2e$ (2) nempe $2d2e2g2n$ L 12 accedit, (1) nempe quantum spatium aeris (2) aerisque dilatatio duplicabitur, L 13f. ad (1) $2e2f2h2g$ (2) spatium $2e2h2g$ (a) aequale ipsi (b) accessit aequale ipsi L 15f. patet (1) non sinuositatem (2) sinuositatis ipsius spatii ehg non (a) habere (b) haberi rationem, sed tantum (aa) rectanguli (bb) rectangulorum ei (aaa) aequalis, (bbb) aequalium, L 17 altitudinem, (1) nam (2) nempe L 17f. nam (1) accessio secunda (2) posterior L 18 dupla (1) accessionis prioris (2) ipsius $2d2e$, L 19 altitudines, (1) erit (2) ut est L

1 fig. 2: Das Diagramm [Fig. 2] auf S. 243. 1f. quod asseruimus: Vgl. S. 241.19–242.7. 6 fig. 7: Das Diagramm [Fig. 7d] auf S. 249.

donec scilicet alicubi tantum fiat intervallum ut fluido externo detur aditus, ubi nimirum ruptura contingit. Et quod de extensionibus, idem eadem ratione de compressionibus dicendum esse.

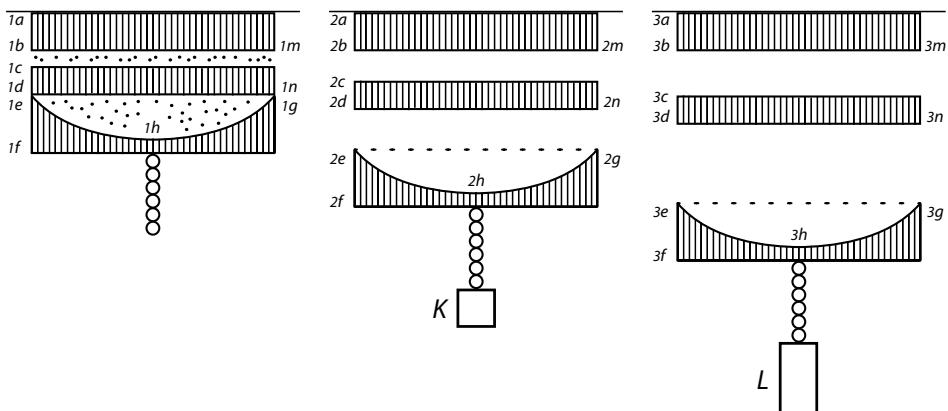


[Fig. 7a, gestr.]

[Fig. 7b, gestr.]

[Fig. 7c, gestr.]

fig. 7



[Fig. 7d]

1 scilicet (1) tantum fiat intervallum ut alicubi (2) alicubi tantum fiat intervallum ut L

14₈. DE FIGURA TRABIS UBIQUE AEQUALITER RESISTENTIS
 [März / April 1683 – erste Hälfte 1684 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 14 Bl. 1–2. Ein Bogen 4°. Dreieinhalb Seiten; untere Hälfte von Bl. 2 v° leer. Auf Bl. 1 v° quer ist folgende Überschrift von Leibnizens Hand aus früherer Verwendung anzutreffen: *Überschlag der Kosten zu einer [/] Neuen Horizontal WindKunst mit [/] schirmenden Windfängen*

5

[1 r°]

De Figura Trabis ubique aequaliter resistentis.

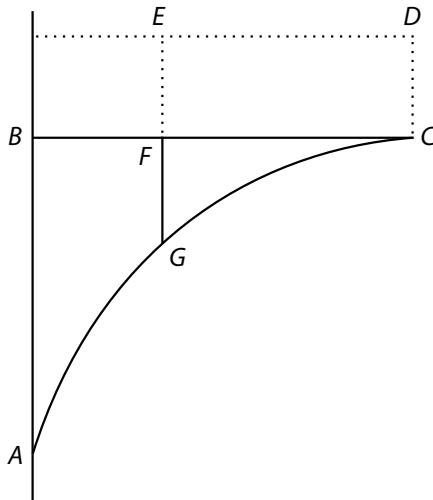
Tandem reperi solutionem problematis perdifficilis: quaestio prima praeparatoria haec est: Quaeritur qualis debeat esse figura Trabis [AGCBA] ita ut proprio pondere non frangatur. Debet momentum trabis esse ubique resistentiae proportionale. Est autem resistentia in FG ad resistentiam in BA ut quadratum FG ad quadratum BA, per alibi ostensa. Ergo portionis trabis CFGC momentum ex FG debet esse ad integrae trabis CBAC momentum ex BA, etiam ut quadrat. FG ad quadratum BA, quaeritur linea AGC. Portionis CFGC momentum ex FG (si CF vocetur x et FG y , positis x aequidifferentibus) erit $\iint y$ seu summa summarum ipsarum x . Debet ergo $\iint y$ aequ. $b y y$. Sit y aequ. x^e et $b y y$ aequ. $b \cdot x^{2e}$ et $\int y$ aequ. $x^{\frac{e+1}{e+1}} : \overline{e+1}$ et $\iint y$ aequ. $x^{\frac{e+2}{e+1}} : \overline{e+1} \cdot \overline{e+2}$. Ergo $x^{\frac{e+2}{e+1}} : \overline{e+1} \cdot \overline{e+2}$

7 Am linken Rand: ☺

7 Am oberen Rand: Notanda haec methodus item exemplum problematis differentialis determinati.

7 De Figura Trabis | ubique erg. | aequaliter resistentis. erg. L 9 esse (1) figura (2) linea A (3) figura Trabis | AGCA ändert Hrsg. | L 9f. pondere (1) sustineatur (2) non frangatur. L 10 Debet | ergo gestr. | momentum L 10 ubique erg. L 12f. ostensa. (1) At (2) Ergo (a) momentum portionis trabis CFGC ad mom (b) portionis trabis [...] momentum ex BA, L 13–15 AGC. (1) Momentum trabis (2) Portionis CFGC momentum ex FG (a) habetur, si (b) habetur, (c) (si CF (aa) vocamus x (bb) vocetur x [...] aequidifferentibus) (aaa) scribi (bbb) erit L 16 $\int y$ aequ. (1) $\frac{x^{\frac{e+1}{e+1}}}{e+1}$ (2) $x^{\frac{e+1}{e+1}} : \overline{e+1} L$

9 Trabis [AGCBA]: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 251. 11f. alibi ostensa: N. 14₁, S. 180.3–4; N. 14₂, S. 192.9–10; 201.14–202.1; N. 14₆, S. 234.1–4.



[Fig. 1]

aequ. $b \cdot x^{2e}$. Quae aequatio dividatur in duas, x^{e+2} aequ. x^{2e} , et 1 aequ. $b \cdot \sqrt{e+1} \cdot \sqrt{e+2}$, fiet: $e+2$ aequ. $2e$ seu e aequ. 2, ergo fiet y aequ. x^2 seu curva AGC est parabola, cuius vertex C , tangens verticis CB , et b aequ. $\frac{1}{12}$ posito latere recto unitate.

Atque hanc quidem solutionem facile reperi. Sed sequitur altera quaestio, non paulo difficultior. Ponatur eadem Trabs onere gravata BD , aequaliter per eam diffuso[;]
quaeritur quae tunc figura trabis esse debeat, seu linea AGC , ut ubique aequaliter resistat et suo oneri et ponderi imposito. Sunt enim trabes comparatae non tantum ut se, sed et ut alias res ferant. DC sit a . Ponatur materia onoris seu gravitas ejus specifica eadem quae trabis (nam si alia sit facilis comparatio est). Tunc onoris CE momentum ex EG est $\frac{1}{2}axx$. Ergo totius trabis et onoris $CDEGC$ momentum totum ex EG est $\iint y + \frac{1}{2}axx$ 10
quod debet esse proportionale resistantiae, ut yy quae est in sola trabe circa FG , et erit $\iint y + \frac{1}{2}axx$ aequ. byy . [1 v°] Hanc aequationem differentialem calculo in omnem partem

1 $b \cdot x^{2e}$. (1) Ergo debet fieri x^{e+2} aequ. x^{2e} (2) Quae aequatio [...] duas, x^{e+2} aequ. x^{2e} , L 3 CB ,
(1) 6 (2) et b aequ. (a) 6 (b) $\frac{1}{12}$ (3) et b aequ. [...] recto unitate. L 6 ubique erg. L 8f. onoris
(1) | seu gravitas ejus specifica erg. | eadem quae trabis (nam si alia sit facilis nihilominus comparatio est) erit mom (2) seu gravitas [...] CE momentum L 10 onoris (1) momentum simul (2) $CDEGC$ momentum totum L

versavi, donec solutionem tali methodo reperi qua nunquam antea usus eram, licet seriebus infinitis, quibus ad eam perveni, dudum essem usus. Ponatur

$$\begin{aligned}
 & y \text{ aequ. } l + mx + nxx + px^3 + qx^4 + rx^5 \text{ etc.} \\
 & \text{fiet } \begin{aligned} & \iint y \text{ aequ. } \frac{1}{2}lxx + \frac{1}{6}mx^3 + \frac{1}{12}nx^4 + \frac{1}{20}px^5 \text{ etc.} \\ & + \frac{1}{2}axx \text{ aequ. } \frac{1}{2}axx \text{ etc.} \\ & \text{aequ. } \end{aligned} \\
 & \quad \begin{aligned} & byy \text{ aequ. } ll + 2lmx + 2lnxx + 2lpx^3 + 2lqx^4 + 2lrx^5 \text{ etc.} \\ & + mm\cdots 2mn\cdots 2mp\cdots 2mq\cdots \text{ etc.} \\ & nn\cdots 2np\cdots \text{ etc.} \\ & \text{etc.} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \text{etc.} \\ \text{etc.} \end{array} \right\} \odot \\ \left. \begin{array}{l} \text{etc.} \\ \text{etc.} \end{array} \right\} [b] \end{array} \right\} 5 \\
 & \quad 10
 \end{aligned}$$

Et totam aequationem \odot faciendo identicam, ita ut indeterminata x in ea evanescat, fiet:
 l aequ. 0, et quidem si abesset litera a seu quantitas $\frac{1}{2}axx$, liceret omnes literas ponere
aequales nihilo, servata sola litera n , et fieret n aequ. $\frac{1}{12b}$ et y aequ $\frac{1}{12b}xx$ seu y aequ.
 xx , si b aequ. $\frac{1}{12}$, et haberetur hac methodo parabola quae supra, si solum pondus trabis

15 consideraretur. Sed quia debet (ob onus impositum) conservari m , et fieri aequ. $\sqrt{\frac{1}{2}a:b}$,
hinc video eidem methodo insistendo feliciter evenire, ut omnes literae possint poni

11 totam (1) quantitatem (2) aequationem L	12 l aequ. 0 (1) m aequ (2) et L	13f. $\frac{1}{12b}xx$
(1) et rediret seu (2) seu y aequ. xx , si b aeq. $\frac{1}{12}$ (3) seu y aequ. xx , (a) si streicht Hrsg. b aequ.		
$\frac{1}{12}$ (b) si b aequ. $\frac{1}{12}$, et L	14 parabola (1), si a (2), et (3) quae supra, si L	15 (ob onus impositum) erg. L

7–10 $ll + 2lmx + 2lnxx [\dots] 2np$ etc. etc.: Der gemeinsame Faktor b in den letzten vier Zeilen der tabellarischen Darstellung und die entsprechende geschweifte Klammer sind vom Hrsg. ergänzt. In der tabellarischen Darstellung auf S. 254 wird der Faktor b durch einen äquivalenten Faktor c ersetzt.
14 supra: S. 251.2–3.

aequales nihilo, demtis m et n . Nam quaerendo n , per gradum x^3 , oritur aequatio comparatitia $\frac{1}{6}m$ aequ. $2bmn$, seu n aequ. $\frac{1}{12b}$, ut in gradu x^4 caeteris destructis fit $\frac{1}{12}n$ aequ. bnn seu rursus n aequ. $\frac{1}{12b}$. Itaque faciemus y aequ. $x\sqrt{\frac{1}{2}a:b + \frac{1}{12b}xx}$ seu y aequ. $x\sqrt{6a} + xx$ quae aequatio satisfaciet quae sitio. Itaque curva AGC rursus parabola erit, verum C non erit curvae vertex, AB tamen ut ante ejus axi parallela erit, descriptio 5 autem curvae ex his non erit difficilis.

Video etiam ne posse quidem aliam reperiri curvam, et problema esse determinate solutum. Nam valor ipsius m et n se sponte offert, et l fit 0 et ex gradu x^4 , substituto ibi valore ipsius n , fit p etiam 0. Ergo et q ob x^5 , et ita porro reliquae literae omnes. Utile est aequationes differentiales mutare in summatorias, ut fiant determinatae. Itaque 10 y non potest exprimi per x aequatione infinita, quod fieri posset, si aliud adhuc curva ubi x [ingrederetur] irrationalem vel fractam locum haberet.

Hic ergo rursus usus sum illo artificio inveniendi a me alias annotato duplicitis methodi. Nempe si problema difficile aliqua methodo quae mihi ad ipsum solvendum apta videtur, quaerere velim, prius eadem methodo quaero problema aliquod facile notae ex 15 alia faciliore methodo solutionis, et video quomodo ipsius solutio ex hac quoque methodo difficiliore derivetur, ita disco modum utendi methodo hac difficiliore, et facilius ejus ope ad problema etiam difficile pervenio. [2 r^o]

10 Auf Utile est [...] fiant determinatae bezogen: NB NB

1 Nam | ponendo m aequ $\sqrt{\frac{1}{2}a}$, et gestr. | quaerendo n , | (posita l aequ. 0) gestr. | per gradum x^3 , L
 3f. seu y aequ. $x\sqrt{6a} + xx$ erg. L 4f. parabola erit, (1) sed (2) verum L 5 parallela erit, (1) de-
 terminatio (2) descriptio L 7–12 Video etiam [...] ubi x | ingrederetur ändert Hrsg. | irrationalem
 vel fractam locum haberet. erg. L 15 videtur, (1) velim (2) quaerere velim L 16 faciliore
 erg. L 17 difficiliore erg. L

3f. seu y aequ. $x\sqrt{6a} + xx$: Die Folgerung beruht auf der früheren Setzung $b = \frac{1}{12}$; vgl. S. 252.13–14.
 12 irrationalem vel fractam: Gemeint ist *aequationem*. 13 alias: Nicht nachgewiesen.

Aequatio calculi differentialis: axx aequ. $cyy - \int\int \bar{y}$, positis x aequidifferentibus.

$$\begin{array}{cccccccccc}
\text{Sit} & y & \text{aequ. } l+ & mx+ & nx^2+ & px^3+ & qx^4+ & rx^5+ & tx^6+ & vx^7+ & zx^8 \\
\text{fiet} & cyy & \text{aequ. } ll+2lmx+ & 2lnxx+ & 2lpx^3+ & 2lqx^4+ & 2lrx^5+ & 2ltx^6+ & 2lvx^7+ & 2lzx^8 \\
& & mm & 2mn & 2mp & 2mq & 2mr & 2mt & 2mv & \\
& & & nn & 2np & 2nq & 2nr & 2nt & \\
& & & & pp & 2pq & 2pr & \\
& & & & & & qq & \\
& -\iint y & \frac{1}{2}l & \frac{1}{6}m & \frac{1}{12}n & \frac{1}{20}p & \frac{1}{30}q & \frac{1}{42}r & \frac{1}{56}t & \\
& \underline{-axx} & & -a & & & & & & \\
& 0 & \text{aequ. } 0+ & 0+ & 0+ & 0+ & 0+ & 0+ & 0+ & 0+ & 0
\end{array}
\right\} \begin{matrix} 5 \\ 0 \\ c \\ -1 \end{matrix}$$

1 Am oberen Rand, nachträglich hinzugefügt: De Figura Trabis aequaliter resistentis. Hujus Schedae pagina prima et secunda^[a] tentavit, et post frustraneas evagationes in annotatiuncula hujus paginæ signo ⊖^[b] absolvit. Inventum pagina tertia et quarta^[c] est ordinatum et distincte explicatum.

[a] pagina prima et secunda: Bl.1 r° und 1v° [b] signo ☺: Vgl. S. 252. [c] pagina tertia et quarta: Blatt 2 r° und 2v°.

⁹ Am Rand: Si abasset *a*, possent omnes literae poni aequales nihilo, servata sola litera *n*. Nunc vero quia^[a] adest *a* video rem succedere positis omnibus literis aequalibus 0 praeter *m* et *n*. Et ita solutum est problema. Videatur pagina versa signum ⊙.^[b]

[a] quia (1) abest (2) adest L [b] signo ⊙: Vgl. S. 252.

$$\begin{aligned}
 \text{Ergo } l &\text{ aequ. } 0. \quad m \text{ aequ. } \sqrt[2]{a:c}. \quad n \text{ aequ. } +\frac{1}{2 \cdot 6c} \\
 p \text{ aequ. } &\frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 12 \sqrt[2]{ac}} - \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 6c \sqrt[2]{ac}} \text{ seu } \frac{c-1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 6c \sqrt[2]{ac}} \\
 q \text{ aequ. } &\frac{c-1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 6 \cdot c \sqrt{ac} \cdot 20 \cdot 2 \sqrt{ac}} - \frac{c-1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 6 \cdot c \sqrt{ac} \cdot 2 \cdot 6c \cdot \sqrt{ac} \cdot \sqrt{a:c}} \text{ seu} \\
 q \text{ aequ. } &\frac{3\sqrt{ac}-10\sqrt{c-1}}{2 \cdot 12^3 \cdot 20cc\sqrt{ac}}.
 \end{aligned}$$

Ut progressionem seriei arte aliqua compendiosa inveniamus, consideremus terminos hos: $m. n. p. q.$ etc. (nam l evanescit) et terminum vocemus ω , numerum terminorum, qui idem est cum numero exponentium x , vocemus H . Et uno termino appellato (1), proxime antecedentem vocemus (2), adhuc priorem (3), intervallo numeri terminorum computatis extremis remotum (H), intervallo numeri terminorum dempto uno remotum ($\overline{H-1}$), et habebitur aequatio $\frac{1}{2c \cdot H \cdot H-1}(2)$ aequ. (1)(H) + (2)($H-1$) + (3)($H-2$) + (4)($H-3$) 10

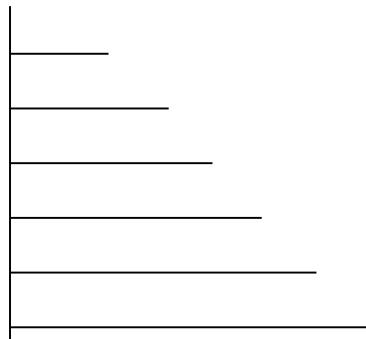
usque ad $\frac{\left(\frac{H+1}{2}\right)\left(\frac{H+1}{2}\right)}{2}$ verbi gratia: $\frac{1}{2c \cdot 8 \cdot 7}t$ aequ. $vm + tn + rp$ etc. ... $\frac{qq}{2}$. [2 v°]

Mirabile genus seriei, ubi termini numero dimidii priores ducendi in numero dimidios posteriores, scilicet termini sunt $l. m. n. p. q. r. t.$ etc. sed eventus ostendit, talem seriem esse impossibilem, nec nisi duos ejus priores terminos reperiri posse.

6 vocemus ω , (1) uno nu (2) numerum L 7-10 appellato (1) ω proxime sequentem vocemus (1) ω adhuc sequentem (2) ω , intervallo numeri terminorum | computatis extremis erg. | remotum (H) ω , intervallo numeri terminorum dempto uno remotum ($\overline{H-1}$) ω , et habebitur aequatio (a) ω aequ. (b) $\frac{1}{2c \cdot H \cdot H+1}(2)\omega$ aequ. $\omega \cdot (H)\omega + (1)\omega(H-1)\omega + (2)\omega(H-2)\omega$ (2) (1), proxime antecedentem [...] (3)($H-2$) + (4)($H-3$) L 12 Mirabile (1) terminus (2) genus L 12 termini (1) toti (2) post n (3) dimidii p (4) numero dimidii L

² $\frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 12 \sqrt[2]{ac}}$: Im Nenner fehlt ein Faktor c . Der Fehler setzt sich fort, weitere kommen hinzu. Bei korrekter Rechnung verschwinden p und folglich auch alle Koeffizienten der höheren Potenzen der Variabel x . Leibniz hat den Irrtum offensichtlich bemerkt, wie die Randbemerkung zur tabellarischen Darstellung auf S. 254 erkennen lässt.

$$\begin{aligned}
 & \iint y \text{ aequ. } cyy - axx \\
 & \int y \text{ aequ. } 2cydy - 2ax \\
 & y \text{ aequ. } 2cyddy + 2cdy^2 - 2a \\
 & dy \text{ aequ. } 2cy\overline{ddd}y + 2cdyddy + 4cdyddy \\
 & \quad \iint \overline{ydx} d\bar{x} \text{ aequ. } cyy - axx \\
 & \text{seu } \int \overline{ydx} dx \text{ aequ. } 2cydy - 2axdx \\
 & \text{seu } \int \overline{ydx} d\bar{x} + yd\bar{x}^2 \text{ aequ. } \\
 & y \text{ aequ. } \boxed{e} \overline{x^h + x^v}
 \end{aligned}$$



[Fig. 2]

14₉. INVENIRE CONOEIDES SOLIDUM AEQUALIS UBIQUE RESISTENTIAE
[März / April 1683 – erste Hälfte 1684]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 14 Bl. 3. Ein halbes Blatt 4°, am unteren Rand unregelmäßig beschritten; Fragment eines Wasserzeichens: Papier aus dem Harz. Eine Seite auf Bl. 3 r°; Bl. 3 v° überliefert das Teilkonzept N. 14₆, L³. Das Diagramm [Fig. 1] ist sowohl Bestandteil von N. 14₉ wie auch von N. 14₆, L³.

5

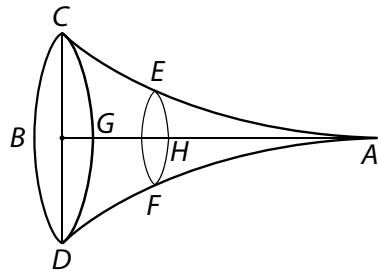
[3 r°]

Invenire Conoeides Solidum, aequalis ubique resistantiae

Sit Trilineum orthogonium planum ABCEA quod rotatum circa proprium axem AB generet solidum conoeides AECDFA. Hoc quaeritur tale, ut momentum portionis AEFA sit ad resistantiam suae basis EHF, ut momentum totius ACDA ad resistantiam suae basis 10 CGD. Sunt autem resistantiae basium, ut cubi diametrorum EF, CD. Debet ergo linea AEC esse talis, ut momenta solidorum AEFA, ACDA, sint ut cubi EF, CD, diametrorum basium. CD sit y , AB sit x . Et sit proprietas curvae y aequ. x^e . Et Elementa conoidis cum sint proportionalia ipsis yy , erunt ut x^{2e} . Quorum momenta ex CD sunt summae summarum per alibi demonstrata, sunt autem summae $x^{\frac{2e+1}{e}} : \sqrt{2e+1}$. Et summae summarum 15 erunt: $x^{\frac{2e+2}{e}} : \sqrt{2e+1} \cdot \sqrt{2e+2}$. Quae ut sint proportionales cubis ab y , debent coincidere y^3 , seu x^{3e} , et x^{2e+2} . Ergo aequantur $3e$ et $2e+2$, sive erit e aequ. 2, et fiet y aequ. x^2 . Ergo Conoeides parabolicum concavum seu Tuba parabolica ubique aequaliter resistit. Quae cum sit quinta pars cylindri circumscripsi, hinc modum habemus quo trabs ad quintam ponderis partem reduci potest, salva firmitate. Quod Theorema pulcherrimum a Galileo 20 non fuit observatum.

9 ut (1) vires frangentes (2) momentum (a) ipsius A (b) portionis AEFA L 11 ergo (1) figura (2) linea L 12f. momenta (1) frustroru (2) sint ut cubi diametrorum basium (3) AEF (4) solidorum AEFA, [...] diametrorum basium. (a) EF sit y (b) CD sit y , AB sit x . L 13 curvae (1) x (2) y aequ. x^b . (3) y aequ. x^e . L 13 Elementa (1) cononoidis (2) conoidis L 14f. summarum (1) sunt au (2) per alibi demonstrata, sunt autem L 17 et $2e+2$, (1) sive e et 2 (2) sive erit e aequ. 2, L 18 seu Tuba parabolica erg. L 19 modum erg. L 20 salva (1) resistantia (2) firmitate L

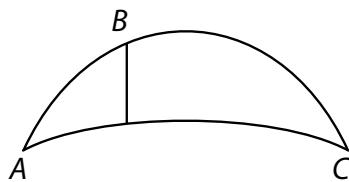
15 alibi demonstrata: Siehe N. 14₈, S. 250.14–15. 20f. Quod [...] observatum: Galilei hatte sich mit dem Längsschnitt eines prismatischen Balkens befasst, der an jedem Punkt seiner Länge den gleichen Bruchwiderstand aufweist. Siehe G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 137–141 (GO VIII, S. 177–181).



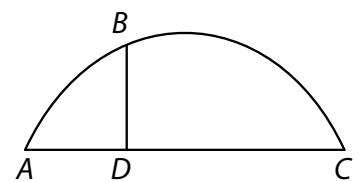
[Fig. 1]

[Unterhalb eines Trennungsstrichs:]

Solidum quaerere, quod extremis apprehensum, flectenti ubique aequaliter resistit.



[Fig. 2a]



[Fig. 2b]

[Fig. 1]: Hierzu ist in L ein gestrichelter, hier nicht wiedergegebener Entwurf überliefert. Das Diagramm gehört zugleich zum Teilkonzept N. 14₆, L³; vgl. [Fig. 8a] auf S. 240.

14₁₀. CORRIGENDA ZU DEN DEMONSTRATIONES NOVAE DE RESISTENTIA
SOLIDORUM
[erste Hälfte 1693]

Überlieferung:

E Druck: *Indices generales auctorum et rerum primi Actorum eruditiorum quae Lipsiae publicantur decennii*, Leipzig 1693, Bd. I, S. *Qq2 r°. Drei anonyme Berichtigungen und eine anonyme Anmerkung, die sich auf N 146, E¹ beziehen; sämtliche Einträge gehen höchstwahrscheinlich auf Leibniz selbst zurück. Das Heft der *Acta eruditiorum* vom Juli 5 1684 liegt in verschiedenen Druckfassungen vor, von denen einige nicht alle in N. 14₁₀ verbesserten Druckfehler aufweisen.

[S. *Qq2 r°]

Corrigenda in Schediasmatibus Leibnitianis,
quae *Actis Eruditiorum Lipsiensibus* sunt inserta

10

Anno 84, mense Julio, p. 322, lin. 1, pro fibris, ponatur fibra, et p. 325, lin. 19, pro liberationis, ponatur librationis, lin. 22, pro conveides, ponatur Conoeides.

Annotandum est autem illic, licet dubitaretur de hypothesi, quod extensiones sint viribus tendentibus proportionales, manere tamen verum quod diximus fig. 5 resistantiam in FG esse ad resistantiam in BA, ut quadratum FG ad quadratum BA; quia quaecunque 15 sint figurae BAEB, et FGHF (quae ex dicta hypothesi trilineae parabolicae fiunt) quia tamen sunt similes, utique sunt ut quadrata circumscripta, seu ab AB, FG. Unde etsi mutaretur hypothesis, nihil tamen esset mutandum in dictis, nisi circa comparationem potentiae transverse abrumpentis, cum directe evelente.

11 p. 322 [...] fibra: Siehe N. 14₆, S. 227.12 (E¹). Hierauf beziehen sich auch Leibnizens Verbesserungen in einem verworfenen Konzept seines wohl in der ersten Oktoberhälfte 1684 verfassten Briefes für die Herausgeber der AE; vgl. *LSB* III, 4 N. 72, S. 181.26–27. 11f. p. 325 [...] librationis: Siehe N. 14₆, S. 239.6 (E¹). Hierauf beziehen sich auch Berichtigungen der Herausgeber in AE, September 1684, S. 438 sowie Leibnizens Verbesserungen in *LSB* III, 4 N. 72, S. 181.28–32. 12 lin. 22 [...] Conoeides: (Es geht eigentlich um Z. 23.) Siehe N. 14₆, S. 239.10 (E¹). Hierauf beziehen sich auch Berichtigungen der Herausgeber in AE, September 1684, S. 438 sowie Leibnizens Verbesserungen in *LSB* III, 4 N. 72, S. 181.32–33. 13–19 Annotandum [...] evelente: Ähnlich äußert sich Leibniz in seinen Briefen an Jacob Bernoulli vom 24. September (4. Oktober) 1690 und an R. C. von Bodenhausen vom 26. Oktober (5. November) 1690; *LSB* III, 4 N. 279, S. 574.14–575.18; N. 285, S. 628.1–6. 13f. hypothesi [...] proportionales: Siehe N. 14₆, S. 228.7–8 (E¹). 14 fig. 5: Das Diagramm [*Fig. 5e*] in N. 14₆, S. 232 (E¹). 14f. resistantiam [...] quadratum BA: Siehe N. 14₆, S. 231.7–234.4 (E¹).

15. AUS GALILEO GALILEI, DISCORSI

[Ende Januar – März / April 1683]

Überlieferung:

L Notiz aus G. GALILEI, *Discorsi*: LH XXXV 14, 2 Bl. 39. Ein Blatt 2°. Drei Zeilen auf Bl. 39 r°; dort ist ebenfalls N. 14₄ überliefert; Bl. 39 v° ist leer.

Datierungsgründe: Die vorliegende Notiz ist auf demselben Blatt überliefert wie die titellose Aufzeichnung N. 14₄, welche editorisch *Solidum ubique aequiresistens* benannt und auf die Zeitspanne von Ende Januar bis März/April 1683 datiert worden ist (siehe zur Begründung die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 14, S. 171.7–28). Anhand der gemeinsamen Überlieferung ist anzunehmen, dass N. 15 zur gleichen Zeit wie N. 14₄ entstand.

Die Notiz N. 15 besteht aus zwei kurzen Zitaten über akustische Themen aus Galileis *Discorsi*. Sie zeigt somit, dass Leibniz zu dem Zeitpunkt, als er im Rahmen seiner weiteren Untersuchung zur Festigkeit der Balken N. 14₄ verfasste, ein Exemplar der *Discorsi* (vermutlich aus G. GALILEI, *Opere*, Bd. II, Bologna 1656) bei sich gehabt haben muss. Noch Ende Juli/Anfang August 1682 hatte er sich bei E. Mariotte beklagt, ihm sei infolge laufender Baumaßnahmen in der Hannoveraner Hofbibliothek kein Exemplar der *Discorsi* zugänglich (*LSB III*, 3 N. 380, S. 679.7–10).

Spätestens zu der Zeit, als N. 15 entstand, hatte Leibniz zudem das Konzept N. 12₃, *L*¹ angefertigt (siehe die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 12, S. 91.19–27). Dort hatte er im Rahmen seiner *Explicatio soni et auditus* akustische Themen wie die, die in N. 15 berührt werden, systematisch und ausführlich behandelt.

[39 r°] Galil. dial. I.

La corda della Cetera movet et facit sonare non tantum chordam unisonam sed et consonantem ex octava. Imo et ex quinta.

Chorda quadruplo pondere ad octavam tenditur.

20f. La corda [...] ex quinta: G. GALILEI, *Discorsi*, Leiden 1638, S. 98 (*GO VIII*, S. 141.35–142.2).
22 Chorda [...] tenditur: a.a.O., S. 100 (*GO VIII*, S. 143.26–30).

16. COHAESIO

[Ende Januar 1683 – erste Hälfte 1684 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXVII 4 Bl. 78. Ein Zettel (14 x 5 cm); Tinte verblasst; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zwei Seiten.

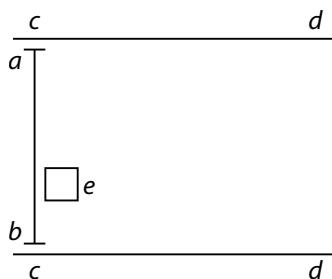
Datierungsgründe: In der vorliegenden, der Frage nach dem physikalischen Zusammenhalt der Körper gewidmeten Aufzeichnung N. 16 weist Leibniz (erneut) die in Descartes' *Principia* geäußerte Antwort zurück und knüpft zudem an eine von ihm selbst früher vorgeschlagene Erklärung an, die er jetzt aber ebenfalls ablehnt (S. 262.12–14). Als Beleg für diese nunmehr überholte Betrachtungsweise lassen sich Texte aus der Pariser Zeit (Frühjahr 1672 bis Winter 1672/1673) anführen wie etwa *Propositiones quae-dam physicae* (*LSB VI*, 3 N. 23) und vornehmlich *De consistentia corporum* (ebd. N. 4; die genauen Stellenangaben entnehme man den Erläuterungen weiter unten). Die in diesen Texten belegte Auffassung 5 der Kohäsion bezeichnet Leibniz in N. 16 als eine solche, die er *olim* vertreten habe, d.h. „einst“ bzw. „vor geraumer Zeit“ (S. 262.12–14). Dies rechtfertigt wohl die Annahme, dass N. 16 nicht vor Leibnizens Rückkehr nach Deutschland Ende 1676 entstand, vermutlich aber noch später.

Eine weitere Eingrenzung der Datierung ergibt sich aus der in N. 16 angedeuteten Erklärung der Kohäsion: Der Zusammenhalt zweier Körper röhre vom Druck des umgebenden Mediums her, das im 15 mikroskopischen Bereich, gleich einer „Presse“ (*praelum*), das Ineinandergreifen der Oberflächen beider Körper zur Folge habe (S. 262.7–10). Ein solcher Erklärungsansatz entspricht den Ausführungen über den Ursprung der Kohäsion, die in Texten aus diesem Band wie N. 14₃ *Explicatio mechanica elastri* und N. 14₇ *Demonstratio quod extensiones elasticorum sint viribus tendentibus proportionales* anzutreffen sind (siehe insbesondere N. 14₃, S. 211.16–17). Diese beiden Texte, die Leibniz im Laufe seiner umfang- 20 reichen Untersuchung über die Festigkeit der Balken verfasste, lassen sich insgesamt auf die Zeitspanne zwischen Ende Januar 1683 und der ersten Hälfte 1684 datieren (siehe die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 14). Ihre inhaltliche Verwandtschaft mit N. 16 wird hier als Zeichen für eine gemeinsame Entstehungszeit gedeutet. Daraus ergibt sich die für die vorliegende Aufzeichnung vorgeschlagene Datierung. Dass N. 16 vor den Entwürfen N. 14₃ und N. 14₇ verfasst wurde (jedenfalls aber nach Ende 1676), 25 ist unwahrscheinlich, weil die in diesen Texten vertretene neue Auffassung der Kohäsion sich als Ergebnis aus der Untersuchung über die Festigkeit der Balken erweist. Eine spätere Datierung von N. 16 hingegen ist nach heutigem Kenntnisstand nicht auszuschließen. (Eine ähnliche Ansicht wie in der vorliegenden Aufzeichnung vertritt Leibniz etwa in der *Dynamica*, pars II, sectio III, prop. 20; *LMG VI*, S. 510 f.)

[78 r°]

Cohaesio

Dicit Cartesius in Epist. ad Morinum se demonstrare posse id omne in physicis esse falsum, quod non similitudine aliqua a rebus sensibilibus sumta illustrari possit. Sed qua 5 quaeso similitudine rerum sensibilium illustrabit, quod asserit quietem unius corporis prope aliud esse gluten sufficiens quod efficiat ut sine vi separari non possint. Mihi vero causa prima connexionis est pressio ambientium, quod utique sensibilibus exemplis illustrari potest. Et ob hanc fit, ut corpus quiescens prope aliud corpus in ipsum prematur et ab ambiente adigatur velut praelo, cumque nullum sit perfecte durum aut politum, ei 10 nonnihil inseritur. An autem idem dicendum sit de corporibus perfecte duris et politis, dubito. Haec enim nulla sunt. Ponamus [78 v°] itaque corpora perfecte dura et polita praelo comprimi, an difficilius quam ante separabuntur? Quaero etiam si corpus moveatur ita ut in alterius locum tendat, simulque ipsum contingat, [an] inde sequatur cohaesio, ita olim credebam, sed jam video contrarium esse verius. Moveatur enim *ab* secundum



[Fig. 1]

3 in Epist. erg. L 6f. vero (1) gluten (2) causa prima connexionis est (a) (rer) (b) pressio ambientium, L 8f. ipsum (1) quod adigatur et (2) prematur et ab ambiente adigatur L 10f. politis, (1) nescio (2) dubito. L 11 et polita erg. L 12 Quaero (1) et (2) etiam L 13 an erg. Hrsg. 13f. cohaesio, (1) sed jam video id op(or) (2) ita olim [...] jam video L

3f. Dicit [...] possit: R. DESCARTES, Brief an J.-B. Morin vom 12. September 1638 (*DL* I, Nr. 62, S. 290f.; *DO* II, Nr. 143, S. 367.21–368.12). 5f. quod [...] possint: R. DESCARTES, *Principia*, pars II, § 55 (Amsterdam 1644, S. 62; *DO* VIII, 1, S. 71.8–10). 14 ita olim credebam: Siehe etwa G. W. LEIBNIZ, *De consistentia corporum* (*LSB* VI, 3 N. 4, bes. S. 95.25–96.11). Dieser auf die Zeitspanne vom Herbst 1672 bis zum Winter 1672/1673 datierbare Entwurf hängt mit weiteren naturphilosophischen Texten aus der frühen Pariser Zeit zusammen; vgl. etwa DERS., *Propositiones quaedam physicae*, Dritter Entwurf, prop. 24 (ebd. N. 23, S. 42.20–47.22).

cd et secum propellat *e*; poterit tamen interea corpus *e* incedere secundum lineam *ab* nec ideo difficilius ad hunc motum incitabitur, aut facilius ad quietem redigetur quam si quiesceret *ba*, nisi forte ob rationem praeli, dum *ab* in *e* conatum exercens, nonnullas suas eminentias eius cavitatibus altius inserit.

2 ideo (1) celerius (2) difficilius *L*

17. DE VIRIBUS CHORDAS AD RUPTURAM TENDENTIBUS

[Ende Januar 1683 – Ende 1684]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 18–19. Ein Bogen 4°; ein Wasserzeichen auf Bl. 19: Papier aus dem Harz. Drei voll beschriebene Seiten. Bl. 19 v° ist leer.

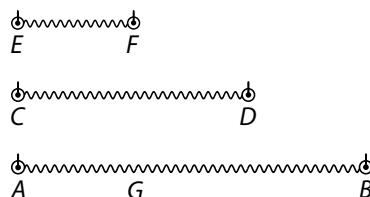
Datierungsgründe: Ausgangspunkt der titellosen Aufzeichnung N. 17 ist das Verhältnis zwischen Frequenz, Spannung und Dehnung schwingender Saiten oder Seile, woraus sich dann die Frage ergibt, bei welcher Spannung eine Saite bzw. ein Seil reißt. Die anschließende Untersuchung geht u.a. von der Annahme aus, dass die Dehnung einer Saite bzw. eines Seils in direktem Verhältnis zur Spannkraft stehe: eine Annahme, die Leibniz als „bewiesen“ bezeichnet (S. 265.2; 268.4). Hierbei spielt er wahrscheinlich auf eine Beweisführung an, die im Kern bereits in der Aufzeichnung N. 7 (S. 26.9–18) vorliegt, mit größerer Ausführlichkeit aber in den Entwürfen N. 14₃, N. 14₇ und LH XXXVII 3 Bl. 125–127 sowie in Leibnizens Brief an E. Mariotte von März/April 1683 dargelegt wird: An den Spannungszuständen einer Luftmasse in einem verschlossenen Behälter lasse sich allgemein zeigen, wie sich Spannkraft und Dehnung bei elastischen Körpern – u.a. auch Saiten oder Seilen – zueinander verhalten (siehe für die Einzelnachweise die Erläuterung zu S. 265.2). Folglich dürfte N. 17 nicht vor den genannten Texten verfasst worden sein.

Die Aufzeichnung N. 7 ist auf die Zeitspanne zwischen Sommer 1678 und Winter 1680/1681 datierbar (siehe die Begründung, S. 22); die mit dem genannten Brief an Mariotte eng verbundenen Entwürfe N. 14₃ und N. 14₇ entstanden insgesamt zwischen Ende Januar 1683 und der ersten Hälfte 1684 (siehe die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 14, S. 170.5 ff.); die Entstehungszeit des Entwurfs LH XXXVII 3 Bl. 125–127 ist noch nicht ermittelt (dieser Text wird voraussichtlich in einem künftigen Band von *LSB VIII* ediert). Als besonders datierungsrelevant erweist sich allerdings die inhaltliche Ausrichtung der mit grundlegenden Themen der Elastizität und Festigkeit befassten Entwürfe N. 14₃ und N. 14₇: Diese räumen, ihrem thematischen Ansatz gemäß, der (für N. 17 zentralen) Frage, unter welchen Bedingungen gespannte Körper reißen, eine grundlegende Bedeutung ein, weshalb N. 17 gleichsam als Ableger der Ausführungen in N. 14₃ und N. 14₇ angesehen werden kann. Eine frühere Entstehungszeit der Aufzeichnung N. 17 ist somit unwahrscheinlich.

Weitere datierungsrelevante Informationen liefert das im Textträger von N. 17 vorliegende Wasserzeichen, das von einer Papiermühle aus Osterode stammt und im Leibniz-Nachlass nach heutigem Kenntnisstand lediglich für den Zeitraum 1683 bis 1684 belegt ist (bei einem einzigen auf das Jahr 1686 datierten Vorkommnis der Gegenmarke ist fraglich, ob es sich überhaupt um das gleiche Wasserzeichen handelt). Das identifizierte Papier bestätigt somit den Terminus *post quem* der Datierung von N. 17 und liefert zugleich einen glaubwürdigen Terminus *ante quem*. Daraus ergibt sich, dass die vorliegende Aufzeichnung wahrscheinlich im Zeitraum von Ende Januar 1683 bis zum Ende des Jahres 1684 entstand.

[18 r°] Tonos chordarum esse in subduplicata ratione virium tendentium, alibi demonstratum est. Et rursus alias demostratum est, ejusdem chordae diversarum longitudinum differentias esse ut vires tendentes. At si eadem manente tensione diversae partes accipiuntur, erunt vires tendentes in duplicata ratione partium; quia toni earum sunt ut longitudines, vires autem tendentes initio duximus esse in duplicata ratione tonorum. 5

Chorda magis tensa facilius rumpitur et quanta est vis tendens chordam tantum decedit potentiae ad rumpendum necessariae. Sit pondus ad chordam non tensam rumpendam necessarium p . Et sit chordae uno modo tensae vis tendens t , sed magis adhuc tensae vis tendens sit θ . Erit vis ad priore modo rumpendam necessaria $p - t$, sed ad posteriore modo tensam rumpendam requiretur $p - \theta$. Eritque earum differentia $\theta - [t]$. 10 Ergo differentia virium ad rumpendum necessiarum in eadem chorda eadem est, quae virium tendentium.



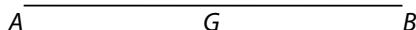
[Fig. 1]

1 tendentium, | seu si ita appellare placet, tensionum, *gestr.* | alibi L 1–3 demonstratum est (1), eaedem autem sunt in ratione simplici longitudinum. Ergo longitudines (2). Et rursus [...] ejusdem chordae (a) tensiones diversas (b) diversarum longitudinum [...] vires tendentes. L 4 partium (1). Hinc sequitur (2); quia L 5 longitudines, (1) vires au (2) toni (3) vires autem L 6–9 rumpitur (1). Magis tensa autem intelligitur in (2). Sit (3) et quanta est vis tendens chordam (a) tanto n (b) tantum decedit [...] rumpendum necessariae. (aa) Si duas chordae ejusdem sint tensionis inaequalisque longitudinis, id quod potentiae ad rumpendum necessariae decedit in (bb) Sit pondus [...] necessarium p (aaa) erit (bbb) et sit una Chordae (aaaa) tend (bbbb) vis tendens t , altera θ , erit vis ad rumpendam chordam (ccc). Et sit chordae (aaaa) una (aaaaa) tensio t , (bbbb) vis (bbbb) uno modo tensae vis tendens t , (aaaaa) altero modo eadem sit θ (bbbb) sed magis [...] sit θ . (aaaaa-a) Erit (bbbb-b) Erit vis ad (aaaaa-aa) prioris (bbbb-bb) priorem (cccc-cc) priore modo rumpendam necessaria L 10 p L ändert Hrsg. 11 in eadem chorda erg. L 12–S. 266.1 tendentium. (1) Hinc si chor (2) Si (a) tres (b) plures sint chordae L

1 alibi: In N. 8₄ findet sich ein derartiger Beweis tatsächlich (S. 50.9–51.18); er wird aber sogleich widerlegt (S. 53.13–54.10). 2 alias: Siehe zu diesem „Beweis“ die Entwürfe N. 14₃ (S. 212.6–213.8), N. 14₇ (S. 241.14–243.2) und LH XXXVII 3 Bl. 125–127 (in einem späteren Band der Reihe VIII) sowie Leibnizens Brief an E. Mariotte vom März/April 1683 (LSB III, 3 N. 456, S. 795.21–796.3).

Si plures sint chordae ejusdem crassitie, consistentiae et toni, longitudines autem sint progressionis arithmeticæ, ut numeri ordine naturali sumti, erunt differentiae virium ad rumpendum necessariarum ut numeri impares. Sit enim *EF*, 1. et *CD*, 2. et *AB*, 3. Erunt vires tendentes ut 1. 4. 9. Differentiae vero virium tendentium eadem quae ad rumpendum necessariarum, erunt 3. 5. Si essent *EF*, 3. et *CD*, 4. et *AB*, 5. forent differentiae virium rumpentium 7. 9.

Si duae chordae sola longitudine differant, vires tendentes sunt ut longitudines; seu ad chordae *AB* partem *AG* in hac tensione conservandam opus est tantum pondere quod sit ad pondus tendens chordam *AB*, ut *AG* ad *AB*. Perinde enim est ac si chorda divisa ponatur in partes aequales, unaquaque eodem pondere in eadem tensione conservabitur, cum discrimen sit nullum. Eadem autem vi opus est sive si separatim pectentur, sive in unum conjungantur. Et pone unam manere, vim autem quandam in iis pendulam eas tensas servare, seu vim facere pati partem chordae, ut si in *G* pendeat verticillus, quem ego vertam. [18 v°] Utique simul tam partem *AG*, quam *GB* tendam, nec potest aliud cogitari quam vires fore ut longitudines, certe si aequales sunt *AG* et *GB*, vires erunt aequales. Unde subdividendo rursus in partes novisque adhibitis verticillis manebit semper aequalitas. Pone enim in *G* esse verticillum, et *AG* et *GB* esse aequales[,] utique dimidia vis impendetur in *AG*, altera dimidia in *GB*, jam pone separari, utique vis quae tetendit *GB*, sufficiet ad conservandam in tensione *GB*, nempe dimidia. Chordam *GB* similiter poterimus subdividere; et ita dimidia ejus erit quarta [pars] ipsius *AB*. Ergo idem erit demonstratum de quarta[,] de octava, etc. parte ipsius *AB*, sed ex partibus progressionis Geometricæ duplae omnes alii numeri componuntur.



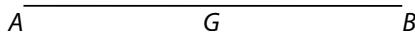
[Fig. 2]

1 crassitie (1) et (2), consistentiae et (a) so (b) toni *L* 2 numeri | in *gestr.* | ordine *L* 2 erunt (1) vires (2) differentiae virium *L* 6f. 7. 9. | Ex iis observationibus sequitur consideratio practica magni momenti, nimirum laminis, vel tabulis vel funibus | ad resistendum ictui *erg.* | utendum esse longis et latis potius quam crassis, quanto enim longior erit manente eadem, vel etiam existente minore tensione, eo minus facile rumpetur corpus Elasticum. *gestr.* | Si *L* 7f. seu (1) chordae (2) ad (a) chordam *AG* in praesenti (b) chordae *AB* partem *AG* in hac | eadem *gestr.* | tensione *L* 11 est sive (1) ut (2) si *L* 14 partem (1) *AB*, (2) *AG*, *L* 17 aequalitas. (1) Possumus eni (2) Pone enim *L* 20 pars *erg.* *Hrsg.* 21 parte ipsius *AB*, (1) item et de tribus (2) sed ex partibus *L*

Duae chordae ejusdem consistentiae, vel quod eadem edit[,] ejusdem chordae homogeneae duae partes diversae, eam tensionem qua rumpuntur habent eandem, sive cum rumpuntur eodem modo sunt tensae. Nam ruptura fit cum major est tensio quam vis qua pars parti cohaeret; quam vim ubique aequalem suppono. Ex generali autem lege similitudinum manifestum est, duas chordas homogeneas sola longitudine differentes seu per omnia similes omnia habere proportionalia, ac proinde si vires tendentes sint ut longitudines, fore etiam tensiones aequales; itaque vires quoque rumpentes erunt ut longitudines, quia vires rumpentes eandem faciunt tensionem per paulo ante dicta; et vires eandem facientes tensionem sunt ut longitudines, ergo vires rumpentes duas chordas sola longitudine differentes, sunt ut longitudines.

5

10



[Fig. 3]

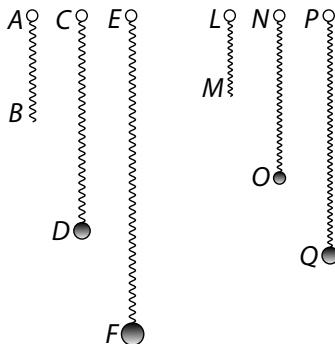
Idem etiam ex eo demonstrabitur distinctius: dictum est, partes ejusdem chordae aequaliter tensas in tensione illa sustentari viribus quae sint ut longitudines, seu *AG* di-midia vi in ea [tensione] sustentari qua *AB*, ergo et initio si duae separatae intelligantur *AG* et *AB*, viribus easdem [tensiones] accipient, quae sint ut chordae *AG* et *AB*, cum tensionem nactae sunt. Verum duae chordae ejusdem consistentiae in iisdem tensionibus, 15 habent viribus tendentibus proportionales longitudinum differentias [19 r°] seu acquisitiones longitudinum viribus proportionales; ergo et longitudinibus integris quae sitis, ergo et longitudinibus initialibus. Ergo vires eodem modo tendentes erunt chordarum longitudinibus ante tensionem seu naturalibus proportionales. Si priore principio utamur, sumto a similitudine omnium, hinc poterimus demonstrare quaedam in posteriori demonstratione 20 assumta.

2f. cum (1) ita tensae sunt (2) rumpuntur eodem modo sunt tensae (a), vel vires quibus rumpuntur (b). Chordae autem (c). Nam (aa) tensio (bb) ruptura (aaa) in eo (bbb) fit cum major est (aaaa) vis tendens (bbbb) tensio *L* 6–8 proinde (1) tensiones (2) vir (3) si vires [...] etiam tensiones (a) vel longitud (b) aequales; itaque [...] ut longitudines, (aa) quia vires proportionales longitudinibus eandem faciunt tensionem, (bb) et vires (cc) quia vires [...] faciunt tensionem *L* 8f. vires eandem (1) faciunt (2) facientes *L* 13 vi *L ändert Hrsg.* 13f. initio (1) corda *AB* (2) si duae [...] *AG* et *AB*, (a) eadem (b) viribus (aa) tende (bb) easdem | tensionem *ändert Hrsg.* | accipient, *L* 15f. chordae (1) (–) et pr (2) eande (3) ejusdem consistentiae (a) eandem tensionem (b) in iisdem tensionibus, habent (aa) tensiones suas (bb) longitudi (cc) viribus tendentibus proportionales longitudinum *L*

8 paulo ante: S. 267.2–3

11 dictum est: S. 266.7–11.

19 priore principio: Siehe S. 267.4–6.



[Fig. 4]

Ex natura similitudinis debet esse $\overline{CD} : \overline{EF} :: \overline{D} : \overline{F} :: \overline{NO} : \overline{PQ} :: \overline{O} : \overline{Q}$. Id est erunt proportionalitates saltem[,] seu proportionum proportiones[,] inter se aequales. Ergo si quando erunt D ad F ut O ad Q , illo casu erunt $CD : EF :: NO : PQ$, vel contra si esset F dupla D , et Q tripla O , fieret $2CD : EF :: 3NO : PQ$. Demonstratum est alibi fore
5 $\overline{CD - AB} : \overline{EF - AB} :: D : F$, ergo similiter $\overline{NO - LM} : \overline{PQ - LM} :: O : Q$. Quibus duobus valoribus tollentur $D : F$ et $O : Q$, ex priori eritque: $\overline{CD : EF} : \overline{CD - AB} : \overline{EF - AB} :: \overline{NO : PQ} : \overline{NO - LM} : \overline{PQ - LM}$. Seu $\overline{CD : EF} : \overline{NO : PQ}$ rationes linearum, sunt ut :: $\overline{CD - AB} : \overline{EF - AB} : \overline{NO - LM} : \overline{PQ - LM}$ rationes differentiarum cujusque in statu naturali.

10 Hinc si quando $CD : EF :: NO : PQ$, erit etiam $\overline{CD - AB} : \overline{EF - AB} :: \overline{NO - LM} : \overline{PQ - LM}$. Est autem $CD \cdot PQ$ aequ. $EF \cdot NO$, fiet:

$$\boxed{\begin{array}{l} CD \cdot PQ \\ EF \cdot NO \end{array}} - \boxed{\begin{array}{l} CD \cdot LM \\ EF \cdot LM \end{array}} - \boxed{\begin{array}{l} AB \cdot PQ \\ AB \cdot NO \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} AB \cdot LM \\ AB \cdot LM \end{array}} \text{ aequ.}$$

15 Ergo $\overline{EF - CD} : AB :: \overline{PQ - NO} : LM$. Et quia CD potest poni vEF , et eodem modo NO poni potest vPQ , fiet: $\overline{EF - vEF} : AB :: \overline{PQ - vPQ} : LM$, et divisis omnibus per $1 - v$, fiet $EF : AB :: PQ : LM$.

1 Nach esse über der Zeile: ⊙

4 PQ . (1) Ponamus esse (2) Demonstratum est alibi fore L 5f. $O : Q$. (1) Quae jungendo prioribus f (2) Quibus duobus [...] priori eritque: L 8f. in (1) linea (2) statu naturali. L

4 alibi: Siehe hierüber die Erläuterung zu S. 265.2.

Ergo si pondera tendentia sint proportionalia[,] etiam lineae tensae eandem servabuntur proportionem ad primam; et vicissim sequetur lineis proportionaliter crescentibus pondera quoque proportionaliter crescere debere. Seu si F ad D ut Q ad O , erit quoque $EF, CD, AB :: PQ, NO, LM$. Et vicissim. Sed haec jam satis patent ex prima analogia sub signo \odot .

5

1f. proportionalia (1) erunt (2) etiam lineae [...] servabuntur proportionem L 3f. debere. (1) Sed (a) pondus (b) demonstratum est fore $CD : E$ (2) Seu si [...] erit quoque (a) EF ad AB , ut PQ ad LM (b) $EF, CD, AB :: PQ, NO, LM$. L 4 vicissim. (1) Si sint (2) Sed haec L

5 sub signo \odot : Siehe die Randbemerkung zu S. 268.1.

18. DE CORPORE TENSILI RUMPENDO

[Ende Januar 1683 – Ende 1684]

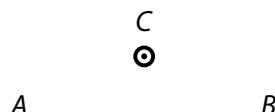
Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 15 Bl. 20. Ein Blatt 4°; Fragment eines Wasserzeichens am Blattrand: Papier aus dem Harz. Eine Seite auf Bl. 20 v°; Bl. 20 r° überliefert N. 19.

Datierungsgründe: Ausschlaggebend für die Datierung der vorliegenden titellosen Aufzeichnung N. 18 ist der inhaltliche Zusammenhang mit N. 17: Hauptziel der Untersuchung ist in beiden Texten die Bestimmung der Spannkraft, die einen elastischen Körper wie etwa eine Saite zum Reißen führt. Im Hintergrund stehen bei N. 18 sowie bei N. 17 die umfangreichen Untersuchungen über die Festigkeit, die in N. 14 versammelt sind. An einer Stelle (S. 271.5) verweist N. 18 ferner auf ein Theorem, dessen Nachweis in N. 17 erbracht wird (S. 267.1–10). Demgemäß ist anzunehmen, dass N. 18 nach N. 17 verfasst wurde. Dass beide Texte auch ungefähr zur gleichen Zeit entstanden, kann man ihren Trägern entnehmen: In beiden liegt dasselbe, von einer Papiermühle in Osterode stammende Wasserzeichen vor, das im Nachlass nach heutigem Wissensstand lediglich für die Jahre 1683 und 1684 belegt ist. Daher ist anzunehmen, dass auch die Aufzeichnung N. 18 – ebenso wie N. 17 – im Zeitraum von Ende Januar 1683 bis Ende des Jahres 1684 verfasst wurde.

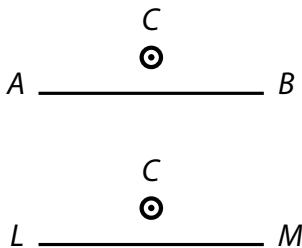
[20 v°] Sit linea rigida *AB* in quam libere natantem in aqua decidendo impingat globus *C* in ipsius *AB* medio. Res utique eodem redit, ac si linea [*AB*] in globum impingeretur, quoad ictum scilicet seu vim ruptionis, et quo longior erit linea *AB*, eo facilius tunc rumpetur in medio, longior enim erit vectis, qui eam rumpere conabitur, cum *C* consideretur velut sustentaculum, ut cum baculum super genu frangimus.

Hinc sequitur paradoxum, nempe quo latius est scutum aliquod, eo facilius ictu hastae vel globi vel alio quoconque perforari. Opus tamen ista habent quodam temperamento, nam magna latitudo minuit vicissim et rigiditatem, seu reddit corpus flexibilius. Deinde non licet pro arbitrio fingere idem esse utrum moveatur excipiens an incidens,

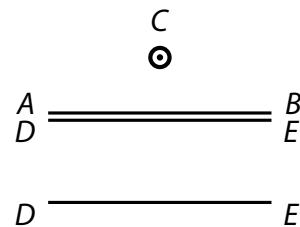


[Fig. 1]

rigida erg. *L* 16 *C L ändert Hrsg.* 19 sustentaculum, (1) | cum streicht *Hrsg.* | bacul
(2) ut cum baculum *L* 21 perforari. (1), scilicet (2). Opus tamen *L* 22 magna | admodum
gestr. | latitudo *L* 23 esse (1) ac si (2) utrum *L*



[Fig. 2]



[Fig. 3]

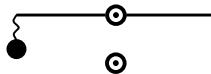
ita enim potentiam augeremus; sed saltem ut fingamus amborum celeritatem esse reciprocum magnitudinibus; distributa hoc modo inter ipsa celeritate.

Si corpus sit tensile, quanto longius, hoc rumpatur difficilius. Ponamus globum impingere in chordam tensam AB , vires globi aestimandae quadrato celeritatis ductae in globum. Debent autem vires esse ut longitudines chordarum per alias demonstrata, ergo eodem manente globo qui suo impactu rumpere debet chordam AB , et LM , erunt quadrata celeritatum globi perrumpentis ut longitudines chordarum. Altitudines autem ex quibus lapsus globus, erunt ut chordae excipientes seu rumpendae. Quaeri potest satiusne sit ad resistendum ex duabus chordis AB , DE facere unam duplo crassiorem, ut globus simul ambas rumpere debeat, an vero eas separare, ita ut una perrupta alteram adhuc integrum inveniat perrumpendam. Ita quidam arbitrantur, sed rationem ejus opinionis nullam reperio. Omnis enim vis globi transferri debet utique in corpus, seu ad ejus tensionem ruptionem insumi, itaque quamdiu non est insumta tota, operabitur adhuc globus, nec refert itaque an operetur in duas chordas simul, quo casu cum ambae simul sint tendendae, eo minor erit tensio in unaquaque (puto tantum fore quartam partem

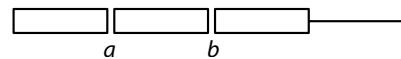
1f. amborum (1) concursum esse aequalium vectium seu reciprocum (2) celeritatem esse reciprocum L
 3 sit (1) flexile (2) tensile, L 3f. Ponamus (1) chordam (2) globum (a) incidere (b) impingere
 in chordam L 5–7 ergo (1) quadrata (2) eodem manente globo qui (a) sua (b) suo impactu [...] erunt quadrata L 7 globi perrumpentis erg. L 9 ad resistendum erg. L 10 vero (1) ut (2) eas separare, ita ut L 11f. sed (1) cum re (2) rationem ejus (a) nul (b) opinionis nullam L
 13 tota, (1) restabit (2) operabitur L 14 an (1) simul (2) operetur in duas chordas simul, L
 15 tendendae, (1) dimidi (2) eo minor (a), seu (b) erit tensio (aa), nempe (bb) in unaquaque L

5 alias demonstrata: Siehe N. 17, S. 267.1–10.

11 quidam arbitrantur: Anspielung nicht nachgewiesen.

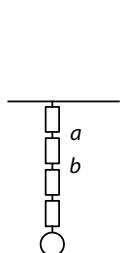


[Fig. 4, gestr.]

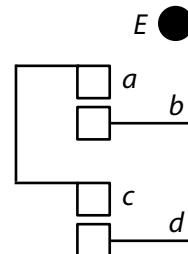


[Fig. 5, gestr.]

tensionis) ruptura autem sequetur cum ambae simul quaelibet ad eam tensionem per-
veniunt, quae singulas rumpere potest. Et si forte inaequalis sunt resistantiae, unaque
rumpitur ante aliam, tunc quod reliquum virium impenditur in solam nondum ruptam.
An ergo satis est plures simul tendere? Ut si globus *E* impactus in *b* ipsum debeat avellere
5 ab *a*, deinde impactus in *d* ipsum avellere a *c*, aut vero simul incidere in *b* et *d*, eaque
simul avellere. Dico si unum non potest, nec aliud posse. Intelligo autem globum non
gravitate agere, ita enim progressu novas acquires vires, sed impetu veluti horizontali. In
eo tamen satius duo conjungi in unum, quod ita saltem neutrum rumpitur, si non rum-
penda utraque, et ita durabilius est scutum. Illud maxime cavendum, ut materia scuti
10 non sit jam nimis tensa, ita enim rumpetur sufficiente vi quadam, quae ad minus tensam
rumpendam non suffecisset.



[Fig. 6a, gestr.]



[Fig. 6b]

1 sequetur (1) cum ambae simul ad eam ten (2) cum ambae [...] eam tensionem *L* 3f. ruptam.
(1) Imo globum (2) An ergo satis est | satis est *streicht Hrsg.* | plures *L* 4–6 tendere? (1) Exempli
gratia globus *C* simul avellere conatur *a* et *b* (*a*) impetu suo, seu embolos illos educere (*b*) simul ergo
educens embolum *a* et *b*. (2) Ponamus (3) Ut si globus *E* (*a*) cadens (*b*) impactus in *b* [...] avellere ab
a, (*aa*) et (*bb*) deinde (*aaa*) incidens (*bbb*) impactus in *d* ipsum avellere a *c*, (*aaaa*) quaeri (*bbbb*) quaeri
(*cccc*) aut vero [...] simul avellere. *L* 7f. impetu (1) ut ho (2) veluti horizontali. (*a*) Satius (*b*) In
eo tamen satius *L* 9 est (1) opus (2) scutum. *L* 10 enim | facilius *gestr.* | rumpetur *L*

4–6 Ut si [...] avellere: Die Beschreibung bezieht sich auf das Diagramm [Fig. 6b].

19. DE CORPORUM COMPOSITORUM DURITIE

[Ende Januar 1683 – Ende 1684]

Überlieferung:

L Notiz: LH XXXV 9, 15 Bl. 20. Ein Blatt 4°; Fragment eines Wasserzeichens am Blattrand: Papier aus dem Harz. Eine Seite auf Bl. 20 r°; Bl. 20 v° überliefert N. 18.

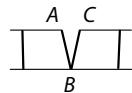
Datierungsgründe: Die vorliegende Notiz N. 19 ist auf demselben Textträger wie die Aufzeichnung N. 18 überliefert. Diese letztere lässt sich auf den Zeitraum von Ende Januar 1683 bis Ende des Jahres 5 1684 datieren (siehe die entsprechende Begründung, S. 270). Aufgrund der gemeinsamen Überlieferung liegt es nahe, für N. 19 dieselbe Datierung vorzuschlagen.

[20 r°] Ex cupro et stanno confusis, fit corpus durissimum, magis quam composita, et in talibus casibus non est verum, non dare quid posse, quod non habet.

Ex glutine et charta fit etiam corpus durius longe et charta et glutine. Gluten habet 10 duritatem, sed est fragile, charta habet mollitatem, et est tensilis: si misceantur inter se non potest glutinis unius pars ab alia abjungi, nisi simul chartae pars una ab alia se jungatur, ergo minor est distensio tam glutinis quam chartae.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

At notandum cum glutinis frustum A frangimus nos operari quasi per vectem cuius fulcrum B. Et ita 15 minore vi opus habere quam recta diducendo.



[Fig. 1, gestr.]

Charta autem per se ferre potest multo majorem distensionem quam gluten per se, contra gluten minus cedit quam charta. Charta non facile frangitur, gluten non facile flectitur. Ergo compositum non facile flectitur, nec facile frangitur. Sed quaeritur an compositum difficilius frangatur quam charta, et difficilius flectatur quam gluten.

20

9 verum, | non erg. | dare L 10 Ex (1) colla et (2) glutine et L 13 est (1) tam (2) distensio
tam L 15 glutinis (1) partem fran (2) frustum A frangimus L

20. PARADOXON CIRCA FIRMITATEM

[Ende Januar 1683 – Mitte 1685 (?)]

Überlieferung:

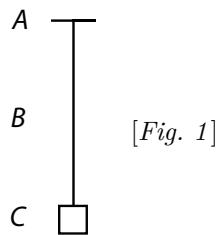
L Notiz: LH XXXV 9, 16 Bl. 8. Ein Zettel (8,5 x 5,5 cm). Text auf Bl. 8 v°. Auf Bl. 8 r° finden sich nur die Zeilenanfänge eines durch Beschnitt verlorenen Textes (das Fragment wird angesichts des Überlieferungszustandes diplomatisch wiedergegeben): *Es wu{...} [/] ersuchs{...} [/] Künste {...} [/] Østerod{...} [/] noch geri{...} [/] werden {...}*

Datierungsgründe: Das samt der vorliegenden Notiz N. 20 überlieferte Textfragment ist wahrscheinlich auf Leibnizens Pläne bezogen, Windkünste für den Harzbergbau einzurichten. Hiermit beschäftigte er sich hauptsächlich in den Jahren 1680 bis 1686 (siehe *LSB I*, Supplementband Harzbergbau 1692–1696, Einleitung, S. XXIX–XXXI). Die Notiz N. 20 sollte daher innerhalb dieser Zeitspanne verfasst worden sein. Die vermutliche Entstehungszeit lässt sich jedoch weiter eingrenzen, indem man die inhaltliche Verwandtschaft beachtet, die zwischen N. 20 und anderen in diesem Band edierten Texten besteht, deren thematischer Schwerpunkt die Reißfestigkeit gespannter Saiten oder Seile ist. An erster Stelle ist die im Zeitraum von Ende Januar 1683 bis Ende des Jahres 1684 verfasste Aufzeichnung N. 17 zu erwähnen, die hauptsächlich auf die Frage eingeht, unter welcher Spannkraft Saiten oder Seile reißen.

Auch mit der eigenhändig auf den 29. April (9. Mai) 1685 datierten Aufzeichnung N. 26 weist N. 20 eine starke inhaltliche Verwandtschaft auf, da N. 26 in ähnlicher Weise mit den Bedingungen befasst ist, unter denen gespannte Seile reißen. Die Annahme liegt daher nahe, dass auch N. 20 in der Zeitspanne zwischen Ende Januar 1683 und Mitte 1685 verfasst worden sein dürfte. Dieser Datierungsvorschlag wird ferner dadurch bestätigt, dass seit dem Spätsommer 1682 Leibniz sich ohnehin mit E. Mariotte über Fragen der Festigkeit und Elastizität austauschte, woraus der umfangreiche Textkomplex N. 14 entstand (siehe die editorische Vorbemerkung hierzu, S. 169 ff.). Und die Beschäftigung mit Themen der Akustik, wie sie im Textkomplex N. 12 belegt ist, war Leibniz noch in der ersten Hälfte 1685 ein Grund dafür, Überlegungen über das Verhalten elastischer Körper wie Saiten anzustellen (siehe zur Entstehung von N. 12 die editorische Vorbemerkung, S. 90 ff.). Eine frühere (ab 1680) oder spätere Datierung der Notiz N. 20 lässt sich jedoch nicht ausschließen. Für eine spätere Entstehungszeit kämen vor allem die Jahre 1693 bis 1696 in Frage, als Leibniz seine zweiten bergwerktechnischen Versuche im Harz unternahm.

[8 v°] Interdum fit ut debilitemus quod fortificare volumus, quia interdum fortificato toto, eo ipso (quod mirum est) debilitatur pars. Cujus paradoxi haec est ratio, quod ea quae ubique aequa firma sunt non franguntur facile, at si unam partem fortiorum reddideris facilius contingit fractio. Ut si sit filum *ABC* uno in *A* suspensum et a pondere *C* tensum, id patet tendi ubique, sed si portio *AB* sit fortior quam ut tendi possit, portio *BC*, quae sola vim tensionis totam ferre cogitur, rumpetur. Unde patet tales observationes quae vulgo praxi ascribuntur, a vera theoria pendere.

30f. si (1) *AB* portio filii uno in *A* suspensi (2) sit filum [...] portio *AB* *L*



[Fig. 1]

21. DE VIBRATIONIBUS AERIS TENSI

[Ende Januar 1683 (?) – Juli 1686 (?)]

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 1 Bl. 22–23. Ein Bogen 4°. Dreieinhalf voll beschriebene Seiten; die untere Hälfte von Bl. 23 v° ist leer.
E GERLAND 1906, S. 31–35.

5 **Datierungsgründe:** Der vorliegende Entwurf N. 21 ist dem Ansatz nach eine Untersuchung darüber, ob die Schwingungen einer Luftmasse ebenso isochron sind wie die einer gezupften Saite. Ausschlaggebend für die Datierung ist die Ausgangshypothese der Untersuchung (siehe S. 277.3–278.7 samt Diagramm [Fig. 1]): An den Spannungszuständen einer Luftmasse in einem verschlossenen Behälter lasse sich allgemein zeigen, dass die Dehnung eines elastischen Körpers in direktem Verhältnis zur angewandten Spannkraft stehe (wie dies etwa auch bei einer Saite oder einem Seil der Fall ist). An diese Hypothese knüpft Leibniz auch in den Entwürfen N. 14₃ (S. 212.6–213.8 samt [Fig. 5]) und N. 14₇ (S. 241.14–243.2 samt [Fig. 2]) sowie in dem verwandten Brief an E. Mariotte von März/April 1683 (*LSB* III, 3 N. 456, S. 795.21–796.3) an, am ausführlichsten wohl aber im Entwurf LH XXXVII 3 Bl. 125–127 (welcher voraussichtlich in einem künftigen Band von *LSB* VIII ediert wird). Während die Entstehungszeit von LH XXXVII 3 Bl. 125–127 noch nicht ermittelt ist, lassen sich die Entwürfe N. 14₃ und N. 14₇ insgesamt auf die Zeitspanne zwischen Ende Januar 1683 und der ersten Hälfte 1684 datieren (siehe die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 14, S. 170.5 ff.). Ein ähnlicher Ansatz wie in N. 21 findet sich zwar auch in früheren Texten vom Dezember 1674 (etwa *LSB* VIII, 1 N. 54) und im Wesentlichen in der Aufzeichnung N. 7 (S. 26.9–18); eine Entstehung vor dem Herbst 1675 ist im Fall von N. 21 aber schon aufgrund der verwendeten mathematischen Notation unmöglich, während der in N. 21 verwendete Kraftbegriff eine Entstehung vor Anfang 1678 ausschließt. Der ausschlaggebende Bezug auf den Isochronismus schwingender Saiten ist vielmehr Grund für die Annahme, dass N. 21 erst nach den Texten N. 8, 9 und 10 (Dezember 1680/Anfang 1681) entstand, in denen diese Thematik ausführlich behandelt wird. Aber insbesondere der inhaltliche Zusammenhang mit N. 14₃ und N. 14₇ lässt vermuten, dass N. 21 nicht wesentlich früher entstanden war. Daraus ergibt sich der am meisten wahrscheinliche Terminus post quem der Datierung. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, dass Leibniz sich zu etwa der gleichen Zeit noch mit dem Phänomen der Schallausbreitung befasste, welches er eben auf die in N. 21 thematisierten Schwingungen der Luft als elastischen Mediums zurückführte (siehe den zwischen der zweiten Hälfte August 1681 und der ersten Hälfte 1685 entstandenen Textkomplex N. 12 und die editorische Vorbemerkung hierzu).

30 Andererseits weist der Entwurf N. 21 auch eine bemerkenswerte inhaltliche Verwandtschaft mit Untersuchungen über die elastische Kraft der Luft aus den späten Achtziger Jahren auf: insbesondere mit N. 27₁ (Juli 1686) und N. 27₂ (27. August 1689). Beide letztere Texte stellen gleichsam eine Fortsetzung der Ausführungen am Schluss von N. 21 (bes. S. 284.20–285.3) dar, wobei N. 27₂ aber ausdrücklich von N. 27₁ herröhrt (siehe die editorische Vorbemerkung zum Textkomplex N. 27, S. 306). Anhand der inhaltlichen Verwandtschaft zwischen N. 21 und N. 27 und angesichts der Abhängigkeitsverhältnisse zwischen N. 27₁ und N. 27₂ erweist sich für N. 21 eine Entstehungszeit bis Juli 1686 als plausibel. Daraus ergibt sich die für N. 21 vorgeschlagene Gesamtdatierung. Eine etwas frühere (ab 1681?) oder spätere (bis August 1689?) Datierung ist allerdings nicht auszuschließen.

[22 r^o]

De Vibrationibus aeris tensi

Fingamus Embolum exacte respondentem Tubo vas Aere communi (hoc est neque compresso ultra statum reliqui aeris ambientis, neque dilatato) plenum ingredienti, nonnihil extrahi ex tubo, ut ita aer dilatetur, deinde antequam totus egrediatur, a trahente subito dimitti; manifestum est non sine vi rursus in tubum subingredi debere, nec tantum in priorem statum redire, sed impetu concepto ultra provehi, aeremque inclusum comprimere; moxque ab eo rursus repulsum impetu concepto contrario iterum ultra justam mensuram exire, et nova dilatatione facta denuo deinde intra tubum compelli, easque vibrationes aliquoties reciprocare. Jam investigare operae pretium est, an tempora vibrationum [emboli] magis vel minus extracti sint aequalia, quemadmodum sic satis esse experimur in chordis pulsatis.

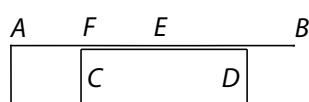
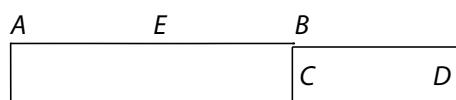
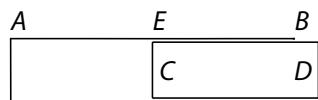
Concipiamus autem majoris facilitatis causa, vas esse tubum cylindricum *AB*; cuius pars *AE* sit aere communi plena, altera pars *EB* embolo *CD*; embolum autem usque ad ostium extrahi, non ultra, ne pereat obturatio; et jam videamus quid consequatur si *C* emboli extremitas transferatur in *B*, et ibi embolus rursum dimittatur. Quoniam 15 igitur effectus est aequalis suae causae, embolus rursum intromissus, non sistet in *E*, sed introrsum progreditur usque in *F*, donec vis compressionis, seu vis aeris compressi *AFC*, sit aequalis vi dilatationis seu vi aeris dilatati *ABC*, [quod fiet si ipsis *AB*, *AE* sit

3–5 Embolum (1) ex (2) in (3) exacte respondentem [...] Aere communi (a) plenum (b) (hoc est [...] dilatato) plenum (aa) nonnihil (bb) ingredienti, nonnihil (aaa) inde (bbb) extrahi ex tubo, *L* 5f. egrediatur, (1) et a po (2) rurs (3) a trahente [...] manifestum est (a) magna vi (b) non sine (aa) impetu (bb) vi rursus *L* 8 ultra (1) mediam (2) justam *L* 9 denuo (1) mox (2) deinde *L* 9f. compelli, (1) eamque (2) easque | reciprocationes sive *gestr.* | vibrationes aliquoties reciprocare. *L* 10f. vibrationum (1) sint ae (2) majorum et minorum (3) | tubi ändert *Hrsg.* | magis [...] sint aequalia, *L* 11 sic satis erg. *L* 13 tubum erg. *L* 13 *AB* erg. *L* 13f. cuius | media *gestr.* | pars *L* 14 *AE* erg. *L* 14 altera (1) medietas (2) pars *L* 14 *EB* erg. *L* 14 *CD* erg. *L* 15 quid | unde *gestr.* | consequatur *L* 16 si (1) embolus (a) ibi (b) a *C* trans (2) extremi (3) *C* emboli extremitas *L* 16 dimittatur. (1) Ingredie (2) Quoniam *L* 18 seu vis | elastica *gestr.* | aeris *L* 18f. compressi (1) *AF*, (2) *AFC*, *L* 19–S. 278.1 fiet (1) si (a) *AF* | sit erg. | te (b) sit 19 ipsis (2) si ipsis [...] proportionalis *AF*, *L*

11f. quemadmodum [...] pulsatis: Den Isochronismus der Schwingungen gespannter Saiten hatte Leibniz zunächst in Aufzeichnungen aus Dezember 1680/Anfang 1681 untersucht; vgl. N. 85, S. 63.10–17; N. 86, S. 64.18–20; N. 9, S. 74.18–76.8; N. 10, S. 84.2–3. Das Phänomen behandelte er wieder in späteren Entwürfen; vgl. N. 281; N. 282 (August bis November 1689); N. 321; N. 322, bes. S. 357.20–358.8 (Mitte 1690 bis 1695). 19 [quod: Eckige Klammer von Leibniz.]

tertia proportionalis AF , aere tantundem compresso nunc, quantum antea fuit dilatatus; quos duos status inter se aequilibrium facere, seu aequales esse ostendemus.] Extracto embolo ex CE in CB , columnna aeris aequale ampla elevata est ad altitudinem EB , vel quod idem est pondus CD , quod ponamus huic columnae aequale, fingendo tubum esse ad horizontem erectum et pro columnna aeris esse in vacuo; porro punctum F tale esse debet, ut eo repulsum pondus CD , rursus in E praecise eam celeritatem acquirat, quam ibi habebat, cum introrsum pelleretur.

Ut igitur motum ponderis C accurate cognoscamus[,] considerandum est gradus celeritatis novos qui ponderi C cadenti imprimuntur eo esse minores, quo magis ingreditur embolus in tubum, et resistentias aeris, qui semper est compressus, esse ut compressiones, hoc est reciproce ut spatia. Nam aer cum dilatatus dicitur nostri respectu, revera tantum



[Fig. 1]

[Fig. 2]

[Fig. 3]

1f. dilatatus; (1) quae (2) quos L 2 esse | sic *gestr.* | ostendemus.] (1) Fingamus contingere sane operationem in camera aliqua accurate clausa, manifestum est (2) Extracto L 3f. vel (1) quid (2) quod L 5 erectum (1); porro (a) F (b) punctum F (2) et pro [...] punctum F L 6 ut | ab *gestr.* | eo L 7f. pelleretur (1) porro impulsu (2) quomodo ut (3). Ut igitur motum omnem ponderis C ingredientis (4). Ut igitur motum (a) accurate (b) ponderis C accurate L 8f. est (1) impetus (2) gradus celeritatis L 9 novos (1) semper esse eo minores, quo (2) qui ponderi [...] minores, quo (a) majo (b) magis L 11 Nam (1) revera (2) aer cum [...] respectu, revera L

² ostendemus.]: Eckige Klammer von Leibniz. Das Ergebnis der Untersuchung wird am Schluss (S. 284.20–285.3) zusammengefasst.

est minus compressus. Sit igitur AB , b , et AC , x varians [22 v^o] pro vario situ ipsius C ; conatus impressus a gravitate semper est proportionalis temporis elementis; adeoque si tempus t , erit dt conatus gravitatis; seu conatus contrarius a compressione impressus est reciproce ut x , seu ut $1 : x$. Posito igitur AB esse b , et conatum, quem gravitas imprimit[,] esse dt , et diminutionem ejus ab initio in B ortam a resistentia aeris inclusi esse in ratione r , seu esse $dt - r d\bar{t}$, utique potest [diminutio] seu [resistentia] aeris inclusi in alio loco quocunque C , esse ad $r dt$, ut AB est ad AC , seu ut b ad x ; adeoque resistentia in C vel conatus a gravitate impressi diminutio erit $d\bar{t} rb : x$, et conatus totus erit $d\bar{t} \overline{1 - rb : x}$ qui est elementum velocitatis seu $d\bar{v}$. Jam aliunde scimus esse dx , spatii elementa, in ratione composita velocitatum, et elementorum temporis seu esse dx 10 elementum spatii in loco quocunque percursum, ad v elementum percursum in E seu in casu maxima velocitatis, ut $v d\bar{t}$ ad m velocitatem maximam ductam in θ seu conatum a gravitate impressum, seu [elementum] in casu maxima velocitatis[,] adeoque fit $d\bar{x} : v :: v d\bar{t} : m\theta$, ubi v , m , θ sunt constantes; habemus ergo duas aequationes,

5

14 *Am Rand, nachträglich hinzugefügt:* Literae m , θ , v ad complendam homogeneorum legem adhibitae, in calculo tamen sequenti dissimulari possunt.

1 AB , b , et erg. L 1 AC , x (1) et (2) varians L 1f. ipsius C ; (1) impetus (2) conatus L
 2–4 gravitate (1) sit e, (a) impetus impressus a (b) semper aequalis (aa), impetus im (bb) aequalibus
 temporis elementis; (2) semper est proportionalis temporis elementis; (a) impetus contrarius a compres-
 sione impressus sit ut x , (aa) seu erit (aaa) $dt : x$ (bbb) $a dt : x$, (bb) seu erit ad constantem dt , qui
 (b) adeoque si tempus t , (aa) dicetur (bb) erit dt conatus [...] seu ut $1 : x$. L 4 b , et (1) impetus
 primum (2) conatum L 5 imprimit erg. L 5f. inclusi | inclusi gestr. | esse L 6 $dt - r d\bar{t}$,
 (1) utique in (2) utique | potest erg. | diminutionem ändert Hrsg. | seu | resistentiam ändert Hrsg. |
 aeris L 7 $r dt$, ut (1) $1 : b$ est (2) Ax (3) AC (4) AB (5) AB est ad (a) AB , (b) AC , seu ut (aa) x
 (bb) b ad (aaa) xb (bbb) x ; L 8 in C (1), erit (2) vel (a) impetus (b) conatus a gravitate impressi
 diminutio erit (aa) $\overline{rx : b}$ (bb) $d\bar{t} rb : x$, et (aaa) impetus (bbb) conatus L 9 esse (1) dv (2) $dx = v dt$
 (3) dx , L 10 elementa, (1) poportionalia (2) in ratione composita L 11f. elementum percursum
 (1) ab initio, ut $v x dt$ ad (a) b factum ex b in primam (b) dv , seu ut $x d\bar{t} \overline{1 - rb : x}$ ad ($-$) (aa) primam veloci-
 tatem (bb) maximam velocitatem (2) in casu maxima velocit (3) in E seu [...] velocitatem maximam L
 12f. in θ (1) elementum temporis (2) seu (a) conatu (b) conatum a gravitate (aa) impresso (bb) im-
 pressum | , seu elementu erg., ändert Hrsg. | in casu L 14 constantes; (1) adeoque (2) habemus
 ergo L

3 dt : Das Argument des Differentials ist zuweilen überstrichen ($d\bar{t}$, $d\bar{v}$), zuweilen nicht (dt , dv).
 11 ad v : Bei der Notation unterscheidet Leibniz zwischen griechischem Y (v) und lateinischem V (v).

valorem ipsius dt exprimentes, unam $dt = dv : \sqrt{1 - rb : x}$, alteram $dt = d\bar{x} m\theta : vv$, quos valores aequando inter se, fit, $vv d\bar{v} = dx \sqrt{1 - rb : x} m\theta$, seu $\frac{1}{2} v vv = m\theta \int \sqrt{1 - rb : x} d\bar{x}$ quae est relatio inter velocitatem et spatium; et quia $v = \sqrt{\frac{2m\theta : v}{1 - rb : x}} \int \sqrt{1 - rb : x} d\bar{x}$ fiet utique $t = \int dx : \sqrt{2v : m\theta \int 1 - rb : x d\bar{x}}$, unde habetur relatio inter tempus et spatium [vel erit $d\bar{x}^2 : dt^2 = \frac{2v : m\theta}{1 - rb : x} \int 1 - rb : x d\bar{x}$, vel erit: $\frac{2d\bar{x} d\bar{dx} dt^2 - 2d\bar{t} dd\bar{t} dx^2}{dt^4 m\theta : 2v} = \frac{1 - rb : x}{1 - rb : x} d\bar{x}$, ubi ponendo $d\bar{t} = 0$ fiet utique: $d\bar{dx} : \sqrt{1 - rb : x} = dt^2 m\theta : v$ qui calculus est memorabilis. Aequatio tamen haec ultima imperfecta est, nec determinata satis, nisi supponendo ipsa t esse aequabiliter crescentia.]

Sed jam per figuram explicandum est, quid sit $\int \sqrt{1 - rb : x} dx$, seu $\int \frac{x - rb}{x} dx$ quae 10 quantitas exprimit quadrata velocitatum, seu ipsos potentiae gradus. Et considerandum praeterea alicubi ut in E [23 r^o] aequalem esse conatum impressum a gravitate, et resis-

11-S. 281.6 *Am Rand:* $AB, h.$ $BH, a.$ $AE, e.$ $AC, x.$ $LM, ae:x.$ $h,$ unitas, seu cujus log 0. $x = ev.$ $KHLMK, qv.$ $KHPEK, qh.$ $KHLMK, qh \cdot \log x : \log e.$ In casu quo x est AF , sit $KHLMK$ id est $[KHRNK]^{[a]}$ aeq. BR , seu $a \cdot h - x.$

[a] *KHRFK L ändert Hrsg.*

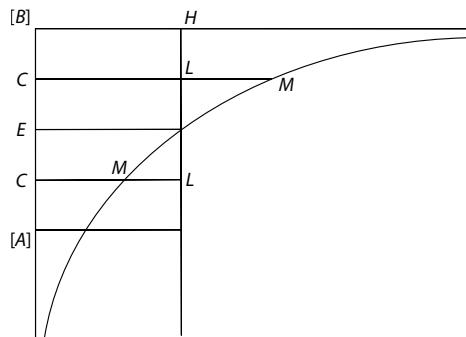
1 unam dt (1) $\sqrt{1 - rb : x}$ (2) = $dv : \sqrt{1 - rb : x}$, L 1f. $dt = d\bar{x} m\theta : vv$, (1) quas (2) quos | valores erg. | aequando L 2 $vv d\bar{v} = (1) d\bar{x} m\theta - (2) dx \sqrt{1 - rb : x} m\theta$, L 3 inter (1) tempus et (2) velocitatem et spatium; L 4f. $\int dx : \sqrt{2v : m\theta \int 1 - rb : x d\bar{x}}$, (1) vel erit (2) unde habetur [...] [vel erit (a) $dt^2 : d\bar{x}^2$ (b) $d\bar{x}^2 : dt^2 = \frac{2v : m\theta}{1 - rb : x} \int 1 - rb : x d\bar{x}$, L 5 vel erit: (1) $2x dx - (2) 2x$ (3) $\frac{2d\bar{x} d\bar{dx} dt^2 - 2d\bar{t} dd\bar{t} dx^2}{dt^4 m\theta : 2v} = \frac{1 - rb : x}{1 - rb : x} d\bar{x}$, L 6 ponendo (1) dx (2) $d\bar{t} = 0$ L 7f. supponendo (1) dt esse aequabi (2) t e (3) ipsa t esse aequabiliter crescentia. L 9f. seu (1) $\frac{x - rb}{x}$ (2) $\int \frac{x - rb}{x} dx$ (a) pro rb scribamus h fiet $\frac{x - h}{x}$ (b) quae quantitas [...] potentiae gradus. L 10f. considerandum (1) praeterea in E esse aequalem conatum g (2) praeterea alicubi [...] a gravitate, L

4 [vel: Eckige Klammer von Leibniz. 8 crescentia.]: Eckige Klammer von Leibniz. 9 figuram: Das Diagramm [Fig. 5] auf S. 283.

tentiam aeris inclusi, et AE , vocemus e , utique conatus gravitatis in puncto E , qui est ut θ , temporis elementum ibi assumtum, seu resistentia aeris in puncto E , erit ad resistentiam compr. [aeris] initio seu in puncto A , seu ad $r d\bar{t}$, ut b seu AB , est ad AE seu e . Ergo $dt : r dt :: b : e$, seu $r = e : b$, seu $rb = e$, et fit: $\int \overline{1 - e : x} dx$ seu $\int \overline{x - e : x} dx$. Quaeramus jam ordinatas ad AE , quae sint proportionales ipsis $\overline{x - e : x}$ seu quae aequ. $\overline{ax - ae : x}$ seu $a - ae : x$. 5

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Sit $BH = a$ normalis ad AB , et ducatur HL parallela ad AB ita ut CL sit aequ. a seu aequ. BH , et describatur Hyperbola MM' cujus centrum sit B , et potentia sit rectangulum EH , asymptoti normales BA, BH , erit $LM = a - \frac{ae}{x}$. Sumto [Text bricht ab.] 10



[Fig. 4, gestr.]

4 Am Rand, mit Strich auf Ergo zugewiesen: $rb = e$. AB , b vel h . m maxima velocitas, quae est in E . Et v elementum spatii

θ temporis seu velocitatis } in casu max. vel.

1f. gravitatis (1) qui in puncto E est (2) in puncto E , qui est | ut erg. | θ , (a) per tempus (b) temporis elementum L 2 resistentia (1) com (2) aeris L 3 compr. erg. L 3 aeris gestr. L , erg. Hrsg. 8 $BH = a$ (1) sit (2) normalis L

[Fig. 4]: Nachträglich hat Leibniz die Buchstaben A und B im Diagramm vertauscht, so dass deren Stellung dort mit der Beschreibung im entsprechenden (gestrichenen) Text nicht mehr übereinstimmte.

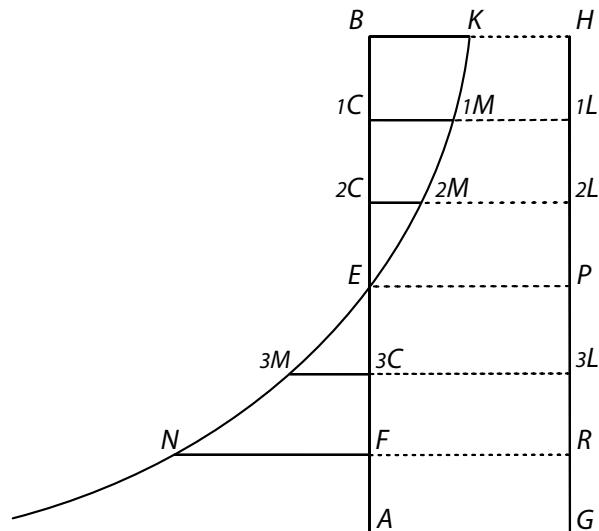
Angulo ad AB recto, ducatur A , et compleatur rectangulum $GABH$, ac centro G , et asymptotis GA , GH , describatur ad partes B Hyperbola $KMMN$, talis, ut ex M ducta utcunque ordinata normali ML in GH , sit rectangulum GLM , semper aequale ipsi ae seu rectangulo GE sub GA sive a , et AE sive e . (Unde si a et e sumantur aequales erit E vertex Hyperbolae.) Ex hac constructione patet LM esse $ae : x$ et CL esse a . Ergo CM est $a - ae : x$, et potentia a pondere C descendente acquisita in loco quovis C , erit repraesentata spatio Hyperbolico $KBCMK$. Et summa potentia acquisita in puncto E , repraesentabitur trilineo Hyperbolico $KBEK$. Nam Hyperbola rectam AB secat in E . Sed gradus post E , qui cadunt in alteram partem ipsius rectae AB [,] non sunt acquisitiones sed detractiones quia quod detrahitur majus est, quam quod additur. Ergo descendet pondus eousque, donec ut in F sit $NFEN = KBEK$ seu $KBFNEK$ (id est $KBEK - NFEN$) = Nihilo. Quod est notandum ut appareat quomodo in figuris destructio seu nihilum exhibeat. Jam investigandum est punctum F . Est autem punctum F tale[,,] seu recta $AF = x$ talis[,] ut sit $\int \overline{a dx} = [\int \overline{ae : x dx}]$ seu ut sit rectangulum FH = quadrilineo [KHRNK]. Constat vero esse spatia $KHLMK$ progressionis arithmeticæ, si rectæ GL vel AC sint progressionis Geometricæ, seu si spatia illa ut numeri, rectas has esse ut logarithmos, ergo si GH sit h vel unitas, cujus logarithmus est 0, sitque AE , e , $\frac{AC}{AB}$, vel $\frac{[GL]}{AB}$ sit $e : h^{\boxed{v:h}} = x : h$ erunt spatia $KHLMK$, ut $v = qv$ [,] [KHPEK] erit ut $\log e$, et

12 Am Rand: NB

1 recto, (1) ducta (2) ducatur L 1f. centro G , | et erg. | asymptotis L 2 describatur | (1) ad KN (2) ad partes B erg. | Hyperbola L 3 utcunque erg. L 5 patet (1) esse $LM = (2)$ LM esse $ae : x$ et | et streicht Hrsg. | CL esse a . L 6 $a - ae : x$, (1) et velocitas acquisita (2) et potentia a pondere C descendente (a) acquisita (b) acquisita L 6f. erit (1) aequalis (2) repraesentata L 7 summa (1) velocitas (2) potentia L 7f. puncto E , (1) aequabitur (2) repraesentabitur L 8f. gradus | velocitatis gestr. | post E , L 9–11 detractiones (1). Eousque (2) quia quod [...] quam quod (a) accedit (b) additur. Ergo descendet pondus eousque, (aa) ut (bb) donec ut L 11 sit (1) $EFNE = KF$ (2) $NFEN = KBEK$ L 13–15 est punctum F (1), constat enim (2). Est autem [...] sit $\int \overline{a dx} = [\int \overline{ae : x dx}]$ ändert Hrsg. | seu ut [...] FH = quadrilineo | $KHFMK$ ändert Hrsg. | . Constat vero L 15 spatia erg. L 15 rectae erg. L 16f. seu si (1) illi ut numeri, hos esse ut L (2) spatia illa [...] ut logarithmos, L 17 ergo (1) fiet (2) si L 18 GH L ändert Hrsg. 18 sit (1) $ev : h = x$ (2) $e : h^{\boxed{v:h}} = x : h$ (a) erit (b) erunt L 18–S. 283.1 $v = qv$ (1) et debet esse a (2) Et debet esse $e - (3)$ | $KHFEK$ ändert Hrsg. | erit ut [...] posito AF , x , L

KHRNK ut $\log x$ posito AF , x , ex natura logarithmorum, fiet $\sqrt{v:h} \cdot \log e = \log x$. Nam $\log h$ est = 0. Ergo $v = h \cdot \log x : \log e$ et $KHLMK = qh \cdot \log x : \log e$. Ergo in casu quo $x = e$ fit $[KHPEK] = qh$ [quam quantitatem detrahendo a rectangulo PB , seu ab $a \cdot \sqrt{h-e}$, fit $ah - ae - qh = KBEK$. Sit jam $AF = x$, erit $[EPRNE] = qh \cdot \log x : \log e - qh$, unde auferendo PF , seu $a \sqrt{e-x}$, fiet $qh \cdot \log x : \log P - qh - ae + ax = NFEN = KBEK = ah - ae - qh$] seu $qh \cdot \log x : \log e = a \cdot \sqrt{h-e}$; quae aequatio determinat punctum x quod etiam inveniri potest per intersectionem rectae et lineae logarithmicae.

5



[Fig. 5]

Neben [Fig. 5]: $BH, a. AB, 2e. BK = a : 2. A_1C \sqrt{3:2}e. _1C_1L = 2a : 3.$

1 fiet (1) $e : h$ (2) $\sqrt{v:h} \cdot \log e = \log x$. L 2 est = 0. (1) Jam (2) Ergo L 3 *KLPEK* L ändert Hrsg. 4 *EPRNP* L ändert Hrsg.

3 [quam: Eckige Klammer von Leibniz.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Seu etiam sic: $x^{\frac{qh}{\cdot}} = e^{\frac{a\bar{h}-x}{\cdot}}$ quod si ponamus $a = q$ fiet: $x^h = e^{h-x}$, seu ponentes $h = 1$ fit $x^{\frac{1\cdot 1-x}{\cdot}} = e$ eritque $x = AF$. Hinc si x sit 1 erit $e = \text{infinite parvae}$. Si sit $x = \frac{1}{2}$ fiet $e = \frac{1}{2} \boxed{2} = \frac{1}{4}$.

Idem etiam brevius sic invenitur.] Inventum est supra in casu puncti F quaesiti esse rectang. FH aequale spatio quadrilineo hyperbolico $KHRNK$, seu rectang. FH est $a \cdot h - x$ et quadrilin. $KHRNK$ est ad quadrilin. $KHPEK$, seu ad qh , ut $\log AF$ seu $\log x$ ad $\log e$. Ergo fit $qv = a \cdot \bar{h} - x = qh \cdot \log x : \log e$. Prorsus ut antea. [23 v^o] Etsi autem a assumserimus pro arbitrio, tamen ab eo semel assumto, certo modo pendet q . Et non licet facere $q = a$, nam fieret $qh = ah$, seu quadrilin. $KHPEK$ (quod fecimus qh) erit aeq. rectangulo BG (seu ah), pars toti[:] quod est absurdum. Porro aequationem Logarithmicam mutando in potentiale[.] quia habuimus $\log e = \log x \cdot qh : a \bar{a} - x$, fiet inde $e = x^{\boxed{qh:a\bar{a}-x}}$.

[Etsi autem q sit semper minor quam a , videamus tamen an non mutata a , mutetur ratio inter a et q , et an non proinde reperiri possit ratio omnium possibilium minima, ubi q maxime vicina ipsi a . Sed video nihil hinc duci, semperque eandem manere proportionem inter q et a . Nam sit EC, y , fiet $KHPEK$ aeq. $\int ae : \bar{e+x}, d\bar{x} = qh$ et ista summa dividens ah , dabit rationem inter ah et qh , seu inter a et q , quam faciendo omnium possibilium minimam μ , fiet $\cancel{def} \int 1 : \bar{e+x}, d\bar{x} : qh = \mu$, ubi patet evanescere a , adeoque non posse hinc inveniri valorem ipsius h .]

Illud potius consideratione dignum videtur, ex calculo nostro duci modum aestimandi ex quanta altitudine cadere debeat pondus datum, ut aerem comprimat intra datum spatium; seu quousque aer datae compressionis pondus datum attollere possit, seu quan-

2 Über dem Wort fiet ebenfalls gestrichen: Imo non fiet.

2 $x^h = e^{h-x}$, (1) seu $x^{1:h-}$ (2) seu ponentes $h = 1$ fit $x^{\frac{1\cdot 1-x}{\cdot}} = e L$ 3 $x = AF$. (1) Seu sit a (2) Hinc si x sit (a) $\frac{1}{2}$ erit (b) 1 erit L 6 $KHPEK$, (1) ut $\log AF$ seu (2) seu ad qh , ut $\log AF$ seu L 7f. antea. (1) Jam quia [23 v^o] a assumsumus pro arbitrio (2) Etsi autem [...] pro arbitrio, L 16 sit (1) AE (2) EC , (3) EC , L 16 fiet (1) $KHPMK$ (2) $KHPEK$ L 16f. summa (1) divisa per a (2) dividens (a) ae , (b) ah , L 18 evanescere (1) h (2) a , L 21 pondus datum, (1) ut ad da (2) ut aerem comprimat intra datum L 22 pondus (1) data (2) datum L

4 invenitur.]: Eckige Klammer von Leibniz. 4 supra: S. 282.13–15. 13 [Etsi: Eckige Klammer von Leibniz. 19 ipsius h .]: Eckige Klammer von Leibniz.

ta sit vis compressionis viva respectu dati ponderis. Nam pondus quod cum aere intra *AE* compresso in aequilibrio est, cadens ex altitudine *BF* aerem dictum, diffusum per *AB* comprimet intra *AF*.

[*Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:*]

Nam pondus aequilibratum aeri compresso intra *AE*, cadere incipiens in eundem aerem (quadrato velocitatis seu) potentia quae sit ut *KBEK* comprimet eundem aerem ex *AE* in *AF*. Sed quomodo inveniemus *EB* altitudinem lapsus. Data velocitate vel potentia datur altitudo ex qua acquisita est, adeoque data $\frac{1}{2}vv$, datur $\int \overline{e - e : \bar{x}} dx$, ex qua data etiam datur *x*. Quod si pondus cadens ex altitudine quadam incipiat attingere aerem non aequilibratum sibi sed fortiorum[,] determinari etiam poterunt omnia Methodo eadem.

5

10

1 respectu | corporis *gestr.* | dati *L* 1 quod (1) super (2) cum *L* 2f. dictum, diffusum per *AB* erg. *L* 3–8 intra *AF*. (1) Dato igitur pondere adeoque data *AE* intra quam compressus aer dati voluminis, cum pondere dato in aequilibrio (a) est, (b) foret, (aa) dabatur per (bb) et data altitudine casus *BF*, dabatur (cc) dataque *AF* intra quam aer idem revera est compressus, dabatur *AB* ad quem (2) Verum quando (3) Nam pondus [...] intra *AE*, (a) cadens (b) cadere incipiens in eundem aerem | (quadrato velocitatis seu) erg. | potentia quae [...] quomodo inveniemus | *AB* seu *gestr.* | *EB* altitudinem lapsus. (aa) In eo est difficultas, quod (bb) Data velocitate (aaa) datur (bbb) vel potentia [...] data $\frac{1}{2}vv$, (aaaa) seu (bbbb) datur (aaaaa) $\frac{1}{2}$ (bbbb) $\int \overline{e - e : \bar{x}} dx$, ex [...] datur *x*. *L*

22. DE FUNIBUS INAEQUALITER TENSIS

[nach Mitte März 1683]

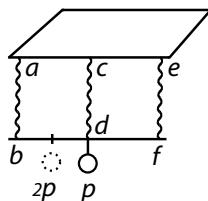
Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 16 Bl. 19. Ein Blatt 8°. Zwei Seiten. Bl. 19 v° überliefert ferner, gegenläufig und überschrieben, den Anfang eines Briefkonzeptes von Leibnizens Hand, dessen Adressat sich nicht eindeutig ermitteln lässt: WohlEdler Vester, insonders Hochgeehrter H. Mein schreiben aus Braunschweig wird verhoffentlich zu recht geliefert worden seyn. Anjezo muß selbigen abermahl bemühen. Ich habe anhehr eilen müssen weilen ich verstanden, daß man künftigen Montag alhier aufbrechen will; und ich noch zuvor ein und anders alhier zu Verrichten habe. Unter anderm [Text bricht ab.]

Datierungsgründe: In dem Brieffragment, das auf demselben Träger wie die Aufzeichnung N. 22 mit überliefert ist, erwähnt Leibniz ein früheres *Schreiben aus Braunschweig*, das er offenbar an seinen (nicht ermittelten) Adressaten gesendet hatte. Von einem Besuch bei seinem Oheim J. Strauch im März 1664 abgesehen, hielt sich Leibniz erstmals vom 10. bis zum 13. März 1683 in Braunschweig auf, als er dort Anton Ulrich von Wolfenbüttel wahrscheinlich kennenerlernte (*Chronik*, S. 8; 70). Hieraus lässt sich der Terminus post quem der Datierung erschließen: Da das Brieffragment schon vorgelegen hatte, als die Aufzeichnung N. 22 verfasst wurde, kann diese letztere nicht vor Mitte März 1683 entstanden sein.

Ein Terminus ante quem lässt sich hingegen nach heutigem Wissensstand nicht eindeutig bestimmen. Freilich spricht einiges dafür, die Aufzeichnung chronologisch noch in die Achtziger Jahre zu verorten (zwischen Mitte März 1683 und der Italienreise im Herbst 1687). Zunächst beschäftigte sich Leibniz seit den frühen Achtziger Jahren intensiv mit Themen der Elastizität und insbesondere mit dem mechanischen Verhalten gespannter Saiten oder Seile, wie zahlreiche Texte in diesem Band zeigen (etwa N. 8; 9; 10). Dies lässt sogar die Vermutung zu, dass N. 22 nicht viel später als Mitte März 1683 entstanden sein dürfte, d.h. etwa zu der Zeit, als inhaltlich verwandte Texte wie N. 14₃, 14₇ und 17 verfasst wurden. Auch die im Brieffragment verwendete Anrede *Vester* kommt am häufigsten – sofern der Zustand der Überlieferung eine Einschätzung ermöglicht – in Briefen vor, die Leibniz während der Achtziger Jahre in amtlichen bzw. förmlichen Kontexten schrieb. So findet sich etwa die Formel *WohlEdler Vester insonders Hochgeehrter Herr* (allenfalls leicht variiert) u.a. in seinen Briefen an: F. W. Leidenfrost (Ende Juli 1680; *LSB* I, 3 N. 46; Mitte Januar 1682, *ebd.* N. 112; 6.? April 1688, *LSB* I, 5 N. 33); C. Wichmann (5./15. Mai 1682, *LSB* I, 3 N. 135; 29. September/9. Oktober 1682, *ebd.* N. 165); P. Marci (20./30. März 1685; *LSB* I, 4 N. 417); P. P. Metzger (1685?; *LSB* I, 4 N. 457) oder G. Mennichen (Ende Januar 1687; *LSB* I, 4 N. 267). Leidenfrosts Brief an Leibniz vom 12. (22.) März 1683 (*LSB* I, 3 N. 187) könnte möglicherweise sogar das erwähnte *schreiben aus Braunschweig* beantwortet haben. Eine sichere Zuordnung des Brieffragments ergibt sich aus diesen Umständen jedoch nicht. Vielmehr ist festzustellen, dass die Formel *WohlEdler Vester insonders Hochgeehrter Herr* sporadisch auch in späteren Briefen Leibnizens vorkommt, etwa an P. Marci (27. März/7. April 1691; *LSB* I, 6 N. 247) oder D. Flach (5./15. Juni 1693; *LSB* I, Supplementband Harz-Bergbau, N. 28). Aufgrund dieser späteren Vorkommisse und unter Berücksichtigung der zahlreichen Aufenthalte Leibnizens in Braunschweig und Wolfenbüttel seit 1690 ist eine Datierung der Aufzeichnung N. 22 auf die Zeit nach der Italienreise nicht auszuschließen.

[19 r°] Ex laqueari seu tecto *ace* pendeant tres funes aequae longi et crassi *ab*, *cd*, *ef* per quorum extremitates inferiores transeat transversus baculus *bdf* ex quo pendeat pondus *p*. His positis si pondus *p* sit in medio itemque funis *cd*, funes quidem *ab* et *ef* aequaliter [tendentur], sed et funis *cd* tantundem tendet, nisi in quantum baculus *bdf* curvabitur in medio. Nam si rigidus ponatur, aut non aut aequaliter ubique descendet, 5 ideoque et aequaliter ubique funes tendet, quare falsum est quod ajunt propiorem centro gravitatis, ut hoc loco funem *cd*, magis gravari. Verum si pondus *p* ponatur inter *b* et *d* in loco *zp* tunc funis *ab* (omittamus nunc funem *cd*) magis [gravabitur] quam funis *ef*. Nam variis modis baculus transversus cum annexo pondere descendere potest, uno directo, ita ut ubique descendat aequaliter, et secundum hunc modum aequaliter tenderentur funes; 10 altero circulari, eoque rursus dupli, uno nempe ut circa centrum *b* moveatur baculus *bdf*, altero ut idem moveatur circa centrum *f*. Hoc autem postremo modo maxime facilis redditur descensus, cum ita vis in funem *ab* maxime impendatur quae alias impenderetur in ambos *ab* et *ef*. Difficile tamen est determinare quantum quisque funis debeat tendi.



[Fig. 1]

1 Am oberen Rand: Haec subtilissima et magni momenti. (Quae sub NB ⊙, re discussa pro veris habenda.)^[a]

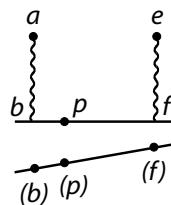
^[a] (Quae [...] habenda.): Siehe die entsprechende Randbemerkung auf S. 288.

1f. *ef* (1) per (a) (eo) (b) infer (2) per quorum extremitates inferiores *L* 2f. pondus *p*. (1) His (2) Si pondus *p*, (a) (et funis) (b) funes *ab* (c) si (3) His positis [...] *ab* et *ef* *L* 4 tendi *L* ändert Hrsg. 7f. et *d* (1) funes (2) in loco *zp* tunc (a) funes (b) funis *ab* (aa) et *cd* (bb) (omittamus nunc funem *cd*) magis | gravabuntur ändert Hrsg. | quam funis *ef*. *L* 13f. vis (1) tota (2) in (a) duos tales funes (aa) impendatur (bb) *ab*, *ef* (b) funem *ab* [...] alias impenderetur (aa) in ambos *ab* *cd* (bb) in ambos *ab* et *ef*. *L*

1 laqueari [...] *ace*: Siehe das Diagramm [Fig. 1]. 6 quod ajunt: Vgl. etwa J. WALLIS, *Mechanica*, pars III, cap. VI, prop. V (London 1671–1672, Bd. II, S. 579f.; WO I, S. 946). Leibniz hatte in Paris die Stelle exzerpiert: *LSB* VIII, 2 N. 8, S. 71.8–15.

Sane summa omnium tensionum tanta esse debet quanta erat antea cum pondus esset in medio, eadem enim vis quae ante, eandem producet effectus quantitatem, deinde non potest dici totam vim impendi soli funi ab , nam sciendum est illum aliquantum tensum magis resistere quam funem ef omnino nondum tensum, et ita hac differentia situs differentiam compensari. Pondere ergo sito in zp , eosque plus tendetur funis ab quam funis ef donec motui ponderis directo vel etiam circa centrum b minus resistat funis ef quam motui circa centrum f resistit funis ab . Res autem accurate sic poterit determinari, ut pondus p eo descendat, quo longissime potest eadem manente summa tensionum.

Itaque [19 v°] si summa tensionum possibilis ponatur esse data, et onus seu trabs bpf descendat ad $(b)(p)(f)$ quaeritur, ubi debeat esse punctum (p) et quis angulus obliquitatis rectae $(b)(p)(f)$; et quidem differentiarum inter rectas ab et $a(b)$, item rectas ef et $e(f)$ summa debet aequari summae tensionum datae. (Hinc sequitur summam $a(b) + e(f)$ aequari quantitati datae id est summae tensionum una cum summa funium $ab + ef$ ante tensionem.) Verum cum una ista conditio ad omnia determinanda non sufficiat, adeoque



[Fig. 2]

8 Am Rand, quer: NB ⊙ Pondus tantundem descendit quantum ante, summa tensionum eadem quae ante, funium autem tensiones sunt reciproce ut distantiae a centro gravitatis. Ex his tribus res determinatur. NB ⊙

2 ante, (1) eudem producet effectum (2) eandem producet effectus quantitatem, L 3 impendi (1) solis duobus funibus ab et cd (2) soli funi ab , L 3 est (1) illos aliquantum tensos (2) illum aliquantum tensum L 4f. tensum, (1) licet alias com (2) et (3) et ita [...] differentiam compensari. L 5 plus (1) tendetur funes ab , cd (2) tendetur funis ab L 6 donec (1) motibus (2) motui ponderis | directo vel etiam erg. | circa centrum b L 9f. Itaque (1) erit [19 v°] (2) si summa [...] esse data, (a) quaeritur (b) et onus [...] (b)(p)(f) quaeritur, L 12–14 (Hinc sequitur [...] ante tensionem.) erg. L

9f. onus [...] (b)(p)(f): Siehe das Diagramm [Fig. 2].

natura habeat libertatem eligendi, eligit maxime determinatum, seu centrum gravitatis descendet in linea recta, adeoque $p(p)$ erit horizonti perpendicularis, adeoque recta $p(p)$ erit maxima quae esse potest. His adjungo pondus non longius nunc esse descensurum quam ante cum esset in medio, est enim eadem vis, eademque resistantia[;]⁵ ideo non major effectus in agente quemadmodum non major effectus in paciente. Datur ergo punctum (p) . Quaeritur quomodo $(b)(p)(f)$ ducenda sit, ut $a(b) + e(f)$ aequetur quantitati datae, id quidem fiet si horizontaliter descendat trabs, sed videndum jam an idem fieri possit alio modo, et quis sit ille quo discrimen inter $a(b)$ et $e(f)$ introducitur maximum. Si ergo centro (p) radio pb describatur arcus circuli ex parte (b) , et centro (p) radio pf arcus circuli ex parte (f) , et ab unius circuli ad alterius circumferentiam per (p) centrum commune ducatur recta, quaeritur quomodo illa sit ducenda $(b)(p)(f)$, ut summa $a(b) + e(f)$ existente data, sit differentia earum omnium possibilium maxima. Cum autem problema sit determinatum ex solo dato puncto (p) et data recta bpf et data summa $a(b) + e(f)$, tantum enim opus rectam bpf circa centrum (p) moveri quo motu incidet in quae sit puncta, et cum linea motus sit unius dimensionis, solutiones non possunt esse infinitae ¹⁰ sed casus addita conditione summae, est determinatus.¹⁵

Verum nova hic incidit consideratio quod circa centrum (p) funes quasi vectes collectentur. Ergo ut sint in aequilibrio vires seu tensiones debent esse reciproce ut distantiae a centro. Idem est si plures funes. Res ergo determinata per hoc, etsi priori conciliari non potest. Non utique necesse est ut $p(p)$ sit perpendicularis. Sequitur NB ◎ in pag. ²⁰ praecedenti.

2 Oberhalb perpendicularis: (+ forte in hoc error[;] vide finem^[a] +)

^[a] vide finem: S. 289.17–20.

11 ducenda (1), ut summa (2) $(b)(p)(f)$, ut summa L 14f. in (1) inf (2) casus (3) quaesita puncta, L 16f. determinatus. (1) Sed addend (2) Verum nova L 18 vires (1) debent (2) seu tensiones debent L

20f. Sequitur [...] praecedenti: Siehe die Randbemerkung auf S. 288.

23. AUS UND ZU C. F. M. DECHALES, TRAITTÉ DU MOUVEMENT LOCAL ET
DU RESSORT
[zweite Hälfte 1683 – erste Hälfte Januar 1686]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus C. F. M. DECHALES, *Traité du mouvement local et du ressort*, Lyon 1682: LH XXXV 9, 16 Bl. 4. Ein Blatt 2°. Eineinhalb Seiten.

Datierungsgründe: In seinem Brief an Leibniz vom 5. Juni 1683 ging E. Mariotte u.a. auf Dechales' 5 *Traité du mouvement locale et du ressort* ein, der 1682 posthum veröffentlicht worden war (siehe LSB III, 3 N. 474, S. 830.11–831.25). Er warf Dechales vor, in seiner Stoßlehre behauptet zu haben, *que les corps inégaux en se séparant par le ressort prennent des quantités de mouvement en raison reciproque des poids* (ebd., S. 830.18–19). Bei seiner Kritik bezog sich Mariotte vorwiegend auf den Beispielfall eines zurückstoßenden Geschützes, mit dem Dechales seine Behauptung hatte untermauern wollen (ebd., 10 S. 830.21 ff.). Hierüber schrieb Leibniz am 4. (14.) Juli 1683 an E. W. Tschirnhaus (LSB III, 4 N. 2, S. 10.18–20). Auch die Auszüge aus dem *Traité du mouvement locale et du ressort* im vorliegenden Stück N. 23 handeln größtenteils von der elastizitätstheoretischen Frage, an die Mariottes Kritik anknüpfte. Daher ist anzunehmen, dass Leibniz erst nach dem Empfang von Mariottes Brief – und wohl durch diesen veranlasst – Dechales' Buch erwarb, las und exzerpierte.

15 In seiner am 16. Januar 1686 an die Herausgeber der *Acta eruditorum* versandten *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii* nannte Leibniz auch Dechales unter den Autoren „mathematisch-mechanischer Schriften“, die nach Descartes' Vorbild den Fehler begangen hätten, Bewegungskraft und Bewegungsgröße gleichzusetzen (LSB VI, 4 N. 369, S. 2030.1–8). Damit spielte Leibniz vermutlich (auch) 20 auf den *Traité* an. Es ist nämlich bemerkenswert, dass er in N. 23 zweimal die Gleichsetzung von Bewegungskraft und Bewegungsgröße in Dechales' Text hervorhebt (S. 291.4; 295.5–6; siehe zudem S. 295.7–8). Trifft diese Vermutung zu, so dürfte Leibniz bereits vor Mitte Januar 1686 den *Traité* gelesen und wahrscheinlich auch exzerpiert haben.

[4 r°] Le P. Deschales dans son livre *du Mouvement et du ressort* veut que le ressort vienne en partie par un mouvement d'une matière fluide, comme quand l'acier est trempé[,] en 25 partie par ce que les petites parties des corps[,] par exemple de l'air[,] ont naturellement une certaine figure.

23 Deschales (1) veut (2) dans son [...] ressort veut *L* 25 corps (1) ont nat (2) par exemple [...] ont naturellement *L*

23f. le ressort [...] trempé: C. F. M. DECHALES, *Traité du mouvement local et du ressort*, l. I, prop. 11 (Lyon 1682, S. 59). 24–26 en partie [...] figure: a.a.O., prop. 12 (S. 62–67).

Dans son deuxième [livre] il dit fort bien que *la force du ressort n'est jamais plus grande que celle qu'on a employé pour le produire*, mais se trompe dans son deuxième theoreme, qu'un *ressort ne peut produire une plus grande quantité de mouvement que celle qu'on a employé pour le produire* car il s'imagine et dit que *la quantité du mouvement est la mesure de la force ou de la puissance qui le produit.*

5

4me theoreme. Le ressort agit plus du costé qui luy resiste le moins. Quelques uns veuillent qu'il agisse également de tous costés, mais que l'effect soit different selon les dispositions des corps sur lesquels il agit. C'est à dire qu'il produit une moindre vitesse sur les plus grands corps, et une plus grande dans les moindres. Il croit pourtant qu'il n'en va pas de la sorte, et qu'on peut prouver par des experiences incontestables, qu'il agit absolument avec plus de force du costé qui luy resiste le moins. Si on pose un ressort entre deux corps inégaux, je dis qu'il produira plus grande quantité de mouvement dans le petit que dans le grand, en sorte que si on augmente la resistance du plus grand, il agira davantage sur le petit, et si la resistance du plus grand est totale, en sorte qu'il devienne immobile[,] toute la force du ressort sera employée contre le petit.

15

Une corde de lut bien tendue ayant été mise en ressort fait plus d'impression sur la boule qui l'a frappée au milieu que sur les appuis qui la tiennent tendue, et tant plus qu'ils seront fermes et inébranlables d'autant plus ferat-elle d'effort contre la boule. (+ causa est quod in retinacula non nisi primo suo impetu agit, in pilam accelerato +) Un arc flechi et tendu fera plus d'effort sur la fleche qui luy cede, que sur la main qui l'arreste par le milieu, (+ nec hoc ad rem facit, nam ut in praecedenti in sagittam vel missile concurrunt continuatae actiones elaterii, non in retinaculum sive manum +) la poudre renfermée dans une mine fera l'ouverture du costé qui luy resistera le moins, et elle auroit fait son effort de l'autre costé si celuycy luy eust fait plus de resistance. (+ Experimento opus, sed et hic alia subest explicatio. Initio fateor pulvis pyrius non nisi debiliorem locum primis suis explosionibus perrumpit, eo autem semel perrupto utique materiae ventus in aliam

1 libre L ändert Hrsg. 1 il (1) soutient (2) dit L 4f. s'imagine | et dit erg. | (1) que le ressort (2) que *la [...] est la (a) force (b) mesure de la force L* 8–10 *agit.* (1) Il peut prouver le contraire par des experiences incontestables (2) *C'est à dire [...] experiences incontestables, L* 21 facit, (1) quia (2) nam *L*

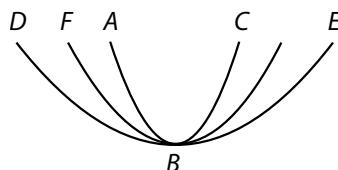
1f. *la force [...] produire:* a.a.O., l. II, prop. 1 (S. 74). 3f. *ressort [...] produire:* a.a.O., prop. 2 (S. 76). 4f. *la quantité [...] produit:* a.a.O. (S. 77). Zitat mit Auslassung. 6–18 *4me [...] boule:* a.a.O., prop. 4 (S. 82f.). Zitat mit Auslassungen. 6–9 *Quelques [...] moindres:* Anspielung auf E. MARIOTTE, *De la percussion*, prop. 15 (Paris 1673, S. 94f.). Siehe Leibnizens Auszüge hieraus; LSB VIII, 2 N. 50, S. 428.9–429.5. 19–21 *Un arc [...] milieu:* DECHALES, *Traité*, l. II, prop. 4 (S. 83). 22–24 *la poudre [...] resistance:* a.a.O.

magis tendit partem; est enim venti species rapidissime moti, ut in fulmine. Quia tamen ventus interdum non satis exitum reperit, pars fluxus convectitur ad latera includentia +)
La même poudre chasse le boulet, qui luy resiste le moins, et ne fait aucun mal au canon.

5 *Quand nous marchons[,] si le sol n'est pas ferme nous nous lassons beaucoup, et ne pouvons pas nous imprimer une si grande quantité de mouvement, que si le sol nous eust [fait] une totale resistance.*

Theorème 5^{me}, *le ressort agit autant d'un costé, qu'on luy resiste de l'autre* (+ videtur ista re recte expensa non omnino absurdia, v.g. aer inclusus majus spatium quaerit, ergo separatione duorum corporum, ut cum idem impetus impressus magno corpori exiguum in eo producat motum, adeo et exiguum separationem, videtur impetus totus imprimi debere corpori minori. Nam [quantulacunque] pars majori imprimatur, ea utilius fuisse conversa in minus. Hoc fateor si corpora agerent deliberatione, sed cum impetu impresso agant videtur esse secus, et experimenta docent utrique aliquid imprimi. Res enim concipienda est quasi emissione multarum sagittarum. Ventus tamen videtur eo verti ubi minor resistentia, quia a majore plurimae sagittae repercutiuntur. +)

Chalesius ita rem probare conatur peringeniose sed non solide. *Le ressort a plus de force en ABC, qu'en DBE[:] quand le bout C arrive en E, et le bout A n'arrive qu'en F et non en D, le ressort auroit plus de force sous la figure FBE et feroit plus d'impression même vers E, que s'il auroit la figure DBE[:]* or est il que si on auroit mis en A un plus grand corps, il auroit été transporté seulement [en] F, donc le ressort a plus de force



[Fig. 1]

6 faire *L ändert Hrsg. nach Vorlage* 6 une (1) plus ferme (2) totale *L* 11 quantalcunque
L ändert Hrsg. 11 ea (1) melius (2) utilius *L* 14 sagittarum. (1) Itaque (2) Ventus *L*
 15 quia (1) inde (2) a majore *L* 16 peringeniose | sed non solide *erg.* | . (1) Latus corporis (2) *Le*
ressort L 20 in *L ändert Hrsg. nach Vorlage*

3 *La même [...] canon:* a.a.O. Zitat mit Auslassung. 4–6 *Quand [...] resistance:* a.a.O. (S. 84). Zitat mit Auslassung. 7 *le ressort [...] l'autre:* a.a.O., prop. 5 (S. 84). 16–S. 293.6 *Le ressort [...] vers E:* a.a.O. (S. 87f.). Zitat mit Auslassungen. [Fig. 1]: Vgl. a.a.O. (S. 87, Abbildung).

même vers E que si on auroit mis un plus petit corps vers A. Supposons donc que le corps Elastique se peut estendre deux pieds, si ont met d'un costé et d'autre des corps égaux, il s'étendra d'un pied de chaque costé. Que si on met vers A un corps double de celuy qu'on [luy] presente en C, il ne s'étend que d'un demy pied vers F, [donc] il aura encor la force de pousser vers E[;] que si le corps en A se trouve immobile, il s'étendra deux pieds vers E.

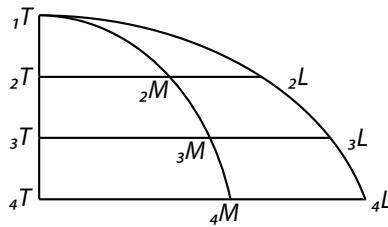


[Fig. 2]

(+ Haec ratiocinatio satis solida et clara non est. Malim rem sic concipere. Elaterium AC quaeritur an impellat tantum corpus M , levius, an utrumque tam L et M , et qua ratione. Si soli M tunc non ita cito restituitur, quam si eodem tempore utrius, licet L moveatur tardius quam M , itaque utrius imprimitur impetus. Sed qua proportione? 10 Respondeo ea qua fit ut elaterium quam citissime restituatur. Sit LM distantia prima a , ${}_1L{}_2L$ vocetur dl , et ${}_1M{}_2M$ vocetur dm , et ${}_1L{}_4L$ vel similis vocetur l , et ${}_1M{}_4M$ vel similis vocetur m . Est autem semper ratio eadem ${}_1L{}_2L$ ad ${}_1M{}_2M$, quae ${}_2L{}_3L$ ad ${}_2M{}_3M$, ergo et semper ratio est eadem l ad m . Datur et tota ${}_4L{}_4M$ aequ. b aequ. $a + l + m$. Ut autem investigemus proportionem m ad l , temporis jam consideratione opus est. Elaterium quo 15 tempore pellit mobile L in ${}_2L$, eo pellit mobile M in ${}_2M$. Imo dubitatur an [non] semper [sit] eadem ratio etsi idem semper determinandi principium. Haec accurate exutienda. Area ${}_1T{}_4T{}_4L{}_1T$ semper debet esse eadem, nam reprezentat spatium in quod se extendit elaterium. TM , ML reprezentant spatiorum incrementa cujusque mobilis. Suppono semper quadrata celeritatum ambobus corporibus simul impressarum esse ut spatia percursa: 20 Rem alias investigabo. +)

4 *luy erg. Hrsg. nach Vorlage* 4 *donc erg. Hrsg. nach Vorlage* 11 *ut (1) corpus (2) elaterium L* 14 *{}_4L{}_4M aequ. b | ergo gestr. | aequ. a + l + m. L* 15f. *Elaterium (1) semper eodem tempore pellit mo (2) quo tempore pellit mobile L* 16f. *Imo (1) videtur non (2) dubitatur an | non erg. Hrsg. | semper | esse ändert Hrsg. | eadem ratio L* 20 *corporibus (1) impressarum (2) simul impressarum L*

7f. Elaterium AC : Siehe das Diagramm [Fig. 2]. 11 Sit LM : Siehe das Diagramm [Fig. 4] auf S. 294. 15f. Elaterium [...] in ${}_2M$: Siehe das Diagramm [Fig. 3] auf S. 294. 21 alias: Anspielung nicht aufgelöst.



[Fig. 3]



[Fig. 4]

[4 v°] Prop. 6. *Le ressort partage son action selon la raison reciproque de la resistance des corps*, c'est à dire prop. 7. *Les quantités de mouvement sont en raison reciproque de la resistance* c'est à dire de la pesanteur des corps (+ ita Chalesius noster. Fatetur alios velle quantitatatem motus esse utrobique aequalem. Inquisitio mea rem definiet. Puto tamen Chalesium errare quia ex principio meo generali praevideo hoc modo centrum gravitatis corporum manere in quiete. +)

Selon ceux qui veuillent que l'effort soit égal de deux costés, il faut que la vitesse du boulet et du canon qui recule soyent reciproques contre [leurs] pesanteurs. Mais le recul

6 corporum (1) tendere semper in eandem plagam eadem celeritate (2) | hoc modo streicht Hrsg. |
manere in quiete. +) L 7 faut que (1) le mouvement (2) la vitesse L 8 leur L ändert Hrsg.

1f. *Le ressort [...] corps:* DECHALES, *Traité*, I. II, prop. 6 (S. 88). 2f. *Les quantités [...] resistance:* a.a.O., prop. 7 (S. 90). Zitat mit Auslassung. 4 alios [...] aequalem: Siehe etwa MARIOTTE, *De la percussion*, prop. 15 (S. 94 f.). Siehe zudem LSB VIII, 2 N. 50, S. 428.9–429.5. 4 Inquisitio [...] definiert: Gemeint ist wohl wieder die beabsichtigte Untersuchung, auf die soeben (S. 293.21) angespielt wurde. 5 principio meo generali: Leibniz spielt wahrscheinlich auf seine „Entdeckung“ an, dass beim direkten zentralen Stoß zweier sich gleichförmig bewegender Körper die Gesamtsumme der „Kraft“ mv^2 erhalten bleibt. Aus diesem „allgemeinen Prinzip“, das Leibniz Anfang 1678 in seinen *Schedae de corporum concursu* angekündigt hat (siehe N. 5810 in diesem Band, S. 636.8–637.4), lassen sich – wie hier angedeutet – Mariottes (und Huygens') Theoreme über die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts bestätigen. Diesen Theoremen zufolge ruht der gemeinsame Schwerpunkt eben dann, wenn die zwei Körper mit derselben Bewegungsgröße mv zusammenstoßen. 7–S. 295.4 Selon [...] balle: DECHALES, *Traité*, I. II, prop. 7 (S. 91–96, bes. S. 94 f.). 7 ceux [...] costés: Anspielung auf MARIOTTE, *De la percussion*, prop. 15 (S. 98 f.). Siehe Leibnizens Auszüge hieraus; LSB VIII, 2 N. 50, S. 430.18–431.5.

du canon fait voir le contraire. Si deux canons sont chargés de même, *le plus riche en metaïl* poussera la balle plus loin. *Un canon qui creve* ferait *autant d'effet* sur le boulet, c'est à dire *toujours la moitié de la force*, selon moy la resistance plus grande du canon [*se reflechit*] *sur la balle*.

Il dit lib. 2. prop. 8. *le premier principe de Mecanique porte que la puissance ou 5 moment est égal à la quantité de mouvement.*

Lib. 3. prop. 24^{me}. *La force qui est double d'une autre pousse en haut un corps à une hauteur quadruple.*

Si un corps est poussé en haut par une force qui surpassé la plus grande qu'il peut acquerir en tombant, il employera plus de temps à descendre qu'à monter. Le P. Mersenne 10 *a experimenté plusieurs fois qu'une flèche qui emploie 4 secondes à monter en emploie cinq à retomber.* (Le vent souffle par reprises à cause de la condensation de l'air.)]

1f. *en metaïl erg. L* 4 *fait reflechir L ändert Hrsg. nach Vorlage*

5f. *le premier [...] mouvement:* DECHALES, *Traité*, l. II, prop. 8 (S. 97). 7f. *La force [...] quadruple:* a.a.O., l. III, prop. 24 (S. 237). Zitat mit Auslassung. 9–12 *Si un corps [...] retomber:* a.a.O., l. III, prop. 28 (S. 244). Zitat mit Auslassungen. Vgl. M. MERSENNE, *Ballistica*, prop. 12 (Paris 1644, S. 30).
11 *4 secondes:* *trois* nach Dechales und Mersenne.

24. DE FLEXIONE LAMINAE ELASTICAE

[Ende 1683 (?) – Mitte 1685 (?)]

Überlieferung:

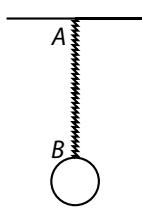
L Aufzeichnung: LH XXXVII 5 Bl. 118. Ein Blatt 4°; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eine Seite auf Bl. 118 r°. Bl. 118 v° ist leer.

Datierungsgründe: Die vorliegende Aufzeichnung N. 24 ist inhaltlich mit Untersuchungen über die Spannung der Saiten oder Seile verwandt, die in die erste Hannoveraner Zeit fallen. Die Ausführung über die Biegung einer elastischen Platte in N. 24 beruht nämlich auf einer Verallgemeinerung der eingangs formulierten Annahme, dass eine Saite gleichmäßig gespannt werde, d.h. in jedem Punkt ihrer Länge der gleichen Spannkraft unterliege. Auf eine ähnliche Annahme beziehen sich auch weitere Texte in diesem Band – etwa N. 7 (S. 24.6–13), N. 17 (S. 266.7–11), N. 20 (S. 274.30–32) oder N. 26 (S. 305.7–10) –, die insgesamt auf den Zeitraum vom Sommer 1678 bis Anfang Mai 1685 datierbar sind. Innerhalb dieser Zeitspanne dürfte wohl auch die Aufzeichnung N. 24 verfasst worden sein. Ihre Entstehungszeit lässt sich aber insofern weiter einschränken, als Leibniz in der gestrichenen Variante (2a) zum Textabschnitt *pondus B ... Eodem jure* (S. 297.2–3) bemerkt, er habe „bereits einmal“ (*jam olim*) festgestellt, wie viel Spannkraft jedem Punkt einer gespannten Saite zukomme. Damit könnte er auf die Aufzeichnung N. 6 *De tensione et restitutione* anspielen (S. 24.6–13), die sich auf den Zeitraum vom Frühjahr 1679 bis zum Winter 1680/1681 datieren lässt, wobei sich als besonders wahrscheinliches Entstehungsdatum der Winter 1680/1681 erweist (siehe die zugehörigen Datierungsgründe, S. 22). Wenn diese Annahme zutrifft, dann sollte N. 24 nicht vor Ende 1683 verfasst worden sein, da *olim* auf einen geraumten zeitlichen Abstand hindeutet, d.h. wohl mindestens ungefähr drei Jahre. Zwischen dem Spätsommer 1682 und der ersten Hälfte 1684 befassste sich Leibniz ohnehin besonders intensiv, im Austausch mit E. Mariotte, mit Fragen der Festigkeit und Elastizität (siehe den Textkomplex N. 14 sowie die editorische Vorbemerkung dazu). Und noch in der ersten Hälfte 1685 setzte er sich mit verwandten Themen auseinander, zu denen er durch seine Untersuchung über die Akustik angeregt wurde (siehe den Textkomplex N. 12 sowie die editorische Vorbemerkung dazu). Somit erweist es sich als plausibel, die Aufzeichnung N. 24 auf den Zeitraum von Ende 1683 bis Mitte 1685 zu datieren. Eine frühere (nach dem Sommer 1678) oder spätere Entstehungszeit (etwa in den Neunziger Jahren) kann allerdings nicht ausgeschlossen werden.

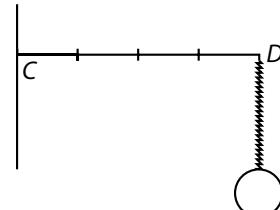
[118 r°] Sit chorda tendibilis pondere carens AB , in summo A adhaerens clavo, infra vero habens appensum pondus B . Hoc posito manifestum est ubique tensionem esse aequalem. Eodem jure et si lamina Elastica flectatur vi aliqua incurvante ad extremum D applicata, ubique aequalis erit tensio, seu vis aequalis fiet, alioqui pars non aequa tensa foret minus fortis, adeoque tendi se a reliquis fortioribus quibus obsistit, pateretur, donec tensio 5 ubique fieret aequalis.

Si ponamus in flexione non augeri longitudinem laminae, tantumque fieri vim in angulis membrilla connectentibus, tam intus quam extra; videtur sequi arcum semper esse circularem. Nam habemus polygonum aequilaterum aequiangulum sed angulorum vel laterum infinitorum. 10

Quin etsi ponantur ipsa membrilla extendi et contrahi, videtur tamen semper ubique aequale debere esse et membrillorum incrementum, et angulorum ratio. Fortasse si lamina concipiatur ut linea, sine latitudine et crassitie[,] omnino exitum non habet quaestio; quod si jam crassitatem habeat, tunc varius est eventus pro crassitiei ratione, et figura potius solidi nascentis quam lineae quaerenda, et alia videtur esse superficies solidi intus quam 15 extra, querendaque jam erit linea sectionem solidi per medium in concavo pariter et in convexo terminans. Revera tamen cum crassities sit valde exigua[,] videtur solidum pro



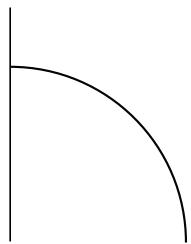
[Fig. 1]



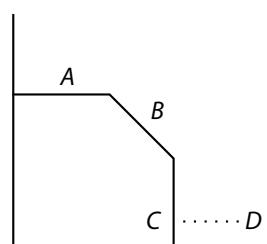
[Fig. 2]

1 tendibilis erg. L 1 AB erg. L 1 A erg. L 2f. pondus | B erg. | (1) , a me jam olim (2) . Hoc posito (a) a me jam olim definitum est quis in quovis puncto chordae sit casus tensionis (b) manifestum est [...] esse aequalem. (aa) Itaque (bb) Eodem jure L 3 vi erg. L 3 D erg. L 4 fiet, (1) cum (2) alioqui L 7 tantumque | ob flexus gestr. | fieri vim L 9f. aequilaterum (1) infinitangulum, (2) angulo (3) aequiangulum sed [...] laterum infinitorum. L 13 crassitie (1) res (2) omnino exitum non habet quaestio; L 14f. eventus (1) pro variis (2) pro crassitiei ratione, (a) et pro latitudine in (b) et figura [...] lineae quaerenda, L 16 extra, (1) ut et (2) quaerendaque L 16 medium (1) supra (2) in L

2f. pondus [...] jure: In der Variante (2a) möglicherweise Anspielung auf N. 6, S. 24.6-13. Der Bezugspunkt könnte aber auch N. 16, S. 266.7-11 sein.



[Fig. 3]



[Fig. 4]

linea haberi posse; potest etiam concipi quid prodeat si crassities infinite parva intelligatur[,] quo posito nondum video quomodo circulum evitare possim.

Atque haec ita prima specie videntur, sed re melius expensa video omnia membrilla sequi directionem imprimentis. Ut si in membrillum *C* sit impressio *DC*, erit validissima in *C*, obliqua in *B*, nulla in *A*.

2f. possim. (1) Verum (2) Atque *L* 3 omnia (1) puncta (2) membrilla *L*

25. DE RESTITUTIONIS POTENTIA

[Ende 1683 (?) – Oktober 1690]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 10, 8 Bl. 19. Ein als Schreibblatt verwendeter Briefumschlag mit unregelmäßigen Rändern; Fragment eines nicht identifizierten Wasserzeichens am Blattrand. Zwei dicht beschriebene und stark bearbeitete Seiten. Auf Bl. 19 v° gelegentlich Anschrift von fremder Hand: *A Monsieur [/] Monsieur Leibnitz cons[eiller] [/] de son Alt[esse] S[érénissi]me M[onsei]g[neu]r le Duc [/] de Hannover e d'Osnabrük [/] à Hannover;* darunter Briefsiegelrest. 5

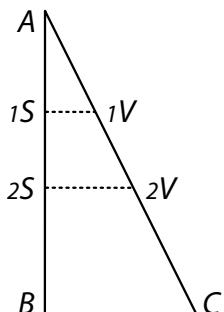
Datierungsgründe: In der Aufzeichnung N. 25 knüpft Leibniz offenbar an R. HOOKE, *Lectures de potentia restitutiva* (London 1678) an. Insbesondere greift er eine Annahme an, mit deren Hilfe Hooke nachzuweisen sucht, dass die Schwingungen der Federn isochron verlaufen (unten, S. 301.5–7). Hookes 10 Abhandlung hatte Leibniz ursprünglich als Beilage zu T. Haaks Brief vom 24. August (3. September) 1679 empfangen (vgl. *LSB* III, 2 N. 337, S. 819.16; ein Exemplar der Abhandlung ist in der GWLB Hannover unter der Signatur „Leibn. Marg. 105“ aufbewahrt). Somit hätte N. 25 grundsätzlich ab dem Herbst 1679 verfasst worden sein können. Dennoch greift Leibniz in der Aufzeichnung auf ein trigonometrisches Theorem zurück, das er „mehrere Jahre zuvor irgendwoanders“ entdeckt habe (unten, S. 304.1–2). Hierbei 15 spielt er offenbar auf die auf Dezember 1680 datierbaren Texte N. 8 und N. 9 an, in denen dasselbe Theorem in einem ähnlichen Kontext bewiesen wird. Lagen N. 8 und N. 9 bereits *complures anni* zurück, als die Aufzeichnung N. 25 verfasst wurde, so dürfte diese wenigstens etwa drei Jahre später entstanden sein, d.h. frühestens gegen Ende 1683.

Der vorgeschlagene Terminus *post quem* wird dadurch bekräftigt, dass am Anfang von N. 25 das 20 Bestehen einer direkten Proportionalität zwischen *spatia tensionis* und *vires ... eo usque tendentes* als Tatsache angenommen wird (S. 300.1–3). Eine solche Proportionalität meinte Leibniz in Entwürfen wie N. 14₃ und vornehmlich N. 14₇ nachgewiesen zu haben, welche insgesamt auf den Zeitraum zwischen Ende Januar 1683 und der ersten Hälfte 1684 datierbar sind. Dies bestätigt die Annahme, dass N. 25 frühestens gegen Ende 1683 entstand. Ohnehin lässt sich feststellen, dass N. 25 inhaltlich besonders mit 25 Texten zur Elastizitätslehre aus den späten Achtziger Jahren wie etwa N. 27 und N. 29 zusammenhängt, vorwiegend aber mit N. 28, wo Hooke ebenfalls erwähnt wird.

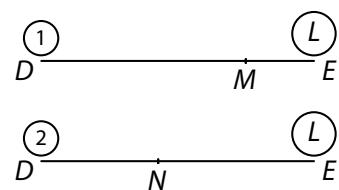
Zur Bestimmung des Terminus *ante quem* ist zunächst erwähnenswert, dass in der auf Bl. 19 v° mit überlieferten Anschrift Herzog Ernst August von Hannover noch keine Kurwürde zuerkannt wird. Dies schließt eine Entstehung von N. 25 nach 1692 aus. Auf die *Lectures de potentia restitutiva* bezieht 30 sich Leibniz aber auch in seinem Brief an C. Huygens vom 10. (20.) April 1691, in dem er ebenfalls den von Hooke erbrachten Nachweis für die isochronen Schwingungen der Federn tadeln (*LSB* III, 5, N. 17, S. 100.6–9). Diese inhaltliche Übereinstimmung mit N. 25 begründet die Vermutung, dass die Aufzeichnung bereits vorgelegen hatte, als Leibniz den Brief an Huygens verfasste. Schließlich aber ist zu bemerken, dass Leibniz seit Oktober 1690 das Bestehen einer direkten Proportionalität zwischen 35 Dehnung eines elastischen Körpers und angewandter Spannungskraft nicht mehr als nachgewiesenes, uneingeschränkt allgemeines Gesetz betrachtete (siehe die editorische Vorbemerkung zu N. 14, S. 175.10–23). Somit ist unwahrscheinlich, dass N. 25 nach diesem Datum verfasst wurde. Oktober 1690 lässt sich daher als Terminus *ante quem* der Datierung betrachten.

[19 r^o] Sit AB recta cujus partes AS repreäsentant spatia tensionis; quibus proportionales in quolibet punto spatii ut $1S$, $2S$, sunt vires restitucionem quaerentes, seu eo usque tendentes, $1S_1V$, $2S_2V$. Ponatur ergo Elastrum esse tensum ab A usque ad B , ita ut potentiam acquisiverit BC , atque inde se restituere dimissum, et secum reducere corpus aliquod, ut sagittam arcus, quaeritur quam ei in quolibet punto spatii imprimat celeritatem. Fingatur in quolibet punto spatii sagittam (quasi ibi cum vi priore retenta interquiescentem) percuti aequali semper celeritate, sed a corporibus quae sint ut potentiae, ita ut in puncto $2S$ percutiatur a corpore ut $2S_2V$, at longius progressum in restituendo se, usque ad $1S$, ibi percuti a corpore quod sit ut $1S_1V$, celeritate eadem quae erat ante.

Corpus pilam vel sagittam emittendam repreäsentans L . Corpus impingens unum pondere ut 1, alterum pondere ut 2. Celeritas utriusque DE . Corpus L vero fingatur interquiescere (retento tamen priore impetu seu tendentia) eo momento quo novam accipit vim. Recta DE secetur tum in M , ita ut sit EM ad DM ut 1 ad L , tum in N ita ut sit



[Fig. 1]



[Fig. 2]

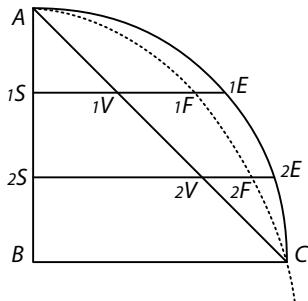
1 Am oberen Blattrand: Quae pagina sequente, recta sunt.

1 cujus partes AS erg. L 2 vires (1) tende (2) restitucionem quaerentes, L 3–5 $2S_2V$.
 (1) Quaeritur (2) Ponatur ergo [...] arcus, quaeritur L 5f. quam (1) vim (2) ei in [...] imprimat celeritatem. L 6f. (quasi ibi [...] retenta interquiescentem) erg. L 7 percuti (1) a corpore aliquo (2) aequali semper [...] a corporibus L 8 ut in (1) spatio (2) puncto L 8 percutiatur a (1) potentia ut (2) corpore ut L 8f. $2S_2V$, (1) | in streicht Hrsg. | (2) at longius progressum in L 10–12 ante. (1) Celeritas repreäsentetur per | DE , streicht Hrsg. | (2) Corpus pilam [...] impingens unum (a) celeritate (b) pondere ut 1, alterum (aa) celeritate (bb) pondere ut [...] utriusque DE . L 14 vim.
 (1) Dem (2) Eo casu celeritas (3) Recta DE secetur L

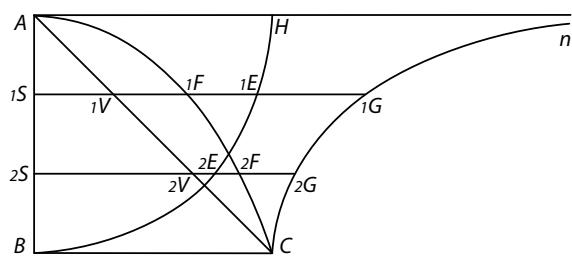
EN ad DN ut 2 ad L . Ergo ratio prior erit ad posteriorem, ut 1 ad 2, seu $\overline{EM} : \overline{DM} : \overline{EN} : \overline{DN} :: 1 : 2$, seu $\frac{EM}{EN} = \frac{1 \cdot DM}{2 \cdot DN}$. Jam $EM + MD$ aequ. $EN + ND$. ED vocetur c , celeritas. Pondus corporis 1 vocetur 1, et corporis 2 vocetur 2, at pondus corporis L vocetur l . Fiet $EM : c :: 1 : \overline{1+l}$. Ergo EM aequ. $1 \cdot c : \overline{1+l}$. Similiter $EN : c :: 2 : \overline{2+l}$. Ergo EN aequ. $2 \cdot c : \overline{2+l}$. Ergo $EM : EN :: 1 : \overline{1+l} : 2 : \overline{2+l}$. Minime ergo verum est quod vult Hookius, potentias in quovis punto a sagitta receptas, esse potentias arcus proportionales, nisi ponamus semper arcum totam suam vim sagittae impendere. Atque ita revera contingit, si pro sagitta ipsum corpus ipsius arcus substituamus. Pagina sequente res accuratius explicatur, quomodo potentiae sint spatiis percursis proportionales, et quid inde consequatur. [19 v°]

5

10



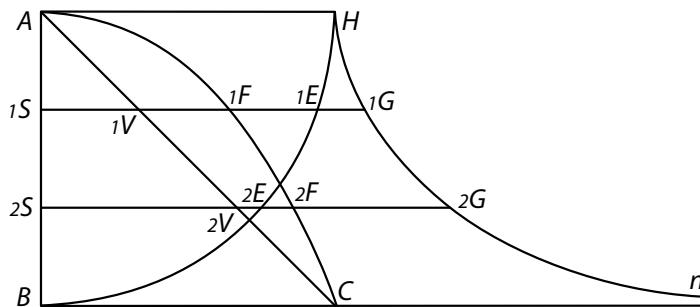
[Fig. 3a, gestr.]



[Fig. 3b, gestr.]

2 1:2, (1) (seu $EM \cdot DN : EN \cdot DM :: 1:2$) $\frac{EM}{DM}$ aequ. $\frac{1}{2} \sim \frac{EN}{DN}$ aequ. $\frac{1 \cdot EN}{2 \cdot DN}$. (a) Ergo $\frac{EM + MD}{DM}$ aequ. $\frac{1 \cdot EN + 2 \cdot DN}{2 \cdot DN}$ (b) Ergo $\overline{EM + MD} : DM :: (2)$ seu $\frac{EM}{EN}$ aequ. $\frac{1 \cdot DM}{2 \cdot DN}$. L 2f. $EN + ND$. (1) Ergo MD aequ. $EM + ND - EN$ qui valor ipsi (2) Ergo DM aequ. $EN + ND - EN$, quo valore substituto, habebitur $\frac{EM}{EN}$ aequ. $\frac{1 \cdot EN + 1 \cdot ND - 1 \cdot EM}{DN}$ (a) $EM - EN$ aequ. (b) $DN - MD$ (c) EM (3) ED vocetur c , L 3 celeritas. (1) Corpus 1 vocetur 1 (2) Pondus corporis 1 vocetur 1, L 3 vocetur 2, (1) Corpus autem (2) at pondus L 4 Ergo EM aequ. $1 \cdot c : \overline{1+l}$. erg. L 5 $2 \cdot c : \overline{2+l}$. Ergo (1) $EM : EN :: \overline{1:2} : \overline{1+l : 2+l}$. Ergo (2) $EM : EN :: 1 : \overline{1+l} : 2 : \overline{2+l}$. Minime ergo L 6 quovis (1) momento (2) puncto (a) ab arcu acceptas (b) a sagitta receptas, L 6 esse (1) celeritatibus (2) potentias arcus L 9 explicatur, (1) eo (2) quomodo L

6f. quod [...] proportionales: Anspielung auf R. Hooke, *Lectures de potentia restitutiva*, London 1678, S. 16–22, bes. S. 21f. Auch in N. 282 (S. 324.2–3) erwähnt Leibniz kritisch Hooke's Elastizitätstheorie.



[Fig. 3c]

Fundamenti loco hoc esto: Elastrum (v.g. chorda) pondere ut A_1S tensum ab A naturali statu in $[1S]$, idem pondere A_2S tendet ad $2S$. Hoc supposito ponamus hoc Elastrum usque ad B tensum rursus dimitti[,] utique in BC potentiam inassignabilem accipens, ut BC ; in $2S$ potentiam inassignabilem accipiet ut $2S_2V$, et ita porro, et aggregata acceptarum potentiarum erunt ut spatia B_2S_2VCB , B_1S_1VCB , etc. et tota [potentia] acquirenda in A erit ut $BACB$. Itaque potentiae acquirendae adhuc in $2S$, $1S$, etc. erunt ut quadrata A_2S , A_1S etc. Si jam tota recta AB vocetur a , et AS vocetur x , erunt ipsae potentiae in S ipsis $aa - xx$ proportionales. Ergo celeritates, quas nactum erit corpus, ut sagitta, quod restitutione dicitur, erunt proportionales ipsis $\sqrt{aa - xx}$ seu sinibus circuli SE , centro A , radio AB descripti. Si quidem ponatur ipsum Elastrum esse quasi incorporeum, aut corporis adeo tenuis, ut in nullam considerationem veneat, sed [totum] in corpore quod dicit, seu sagitta [concentratum] intelligatur, vel si nullum aliud corpus quam ipsius Elastri consideretur.

Ubi tamen nobis aliqua sese obicere videtur difficultas. Videndum enim an eadem prodeat velocitatum summa, si omnes velocitates in quovis puncto spatii acquisitas com-

1 Am oberen Blattrand: Haec recta sunt.

1 Fundamenti loco hoc esto: erg. L 1f. Elastrum (1), idem (2) (v.g. chorda) [...] A_1S tensum (a) ut (b) ab A naturali statu in | A_1S , ändert Hrsg. |, idem L 2 Hoc supposito erg. L 3 utique (1) pondere (2) in BC potentiam L 4–6 porro, (1) potentiam summam accipiet in A (2) et aggregata [...] B_1S_1VCB , etc. (a) ergo (b) et (aa) regio (bb) tota | acquientia[!] ändert Hrsg. | acquirenda (aaa) erit (bbb) in A erit ut (aaaa) $BHCB$, (bbbb) $BACB$. L 10 centro (1) B , (2) A , L 10 radio (1) BA (2) AB L 11 ut | ea streicht Hrsg. | in L 11 tota L ändert Hrsg. 12 concentrata L ändert Hrsg.

putemus, nempe incrementa potentiarum in quovis puncto spatii sunt ut rectae SV , seu ut ipsae [AS] ergo sequeretur secundum hanc argumentandi rationem incrementa celeritatum fore in ratione harum SV subduplicata seu ut ipsae SF applicatae parabolae; adeoque celeritates acquisitas in S , fore ut spatia parabolica $CBSFC$ seu ut $aa - \frac{3}{2}x\sqrt[3]{x}$,⁵ quae progressio a priore (ut $\sqrt{aa - xx}$) penitus differt. Celeritatum ergo additio non ita simpliciter succedit per partes, quia ipsa in semetipsa reflectitur, nam ob auctam celeritatem majus spatium semper percurritur, variaturque et additamentum potentiae, seu celeritatis: Insistendum ergo illi est, quod duximus celeritates in quovis puncto spatii a corpore acquisitas esse sinibus rectis proportionales quorum sinus [versi] sunt spatia percursa[:] porro cum velocitates quovis puncto S quaesitae sint ut sinus SE , et tempora 10 sint velocitatibus reciproce proportionalia iisdem manentibus spatiis, erunt incrementa temporum reciproce proportionalia ipsis SF , seu ut SG , seu $1 : \sqrt{aa - xx}$. Ergo aggregata horum incrementorum, seu tempora insumta seu spatia infinita [$nBSGn$] sunt propor-

$$4 \text{ Gestrichene Nebenrechnung: } \int \sqrt[3]{x} = \int x^{1:2} = [^a] x^{\frac{1}{1:2}+1} : \frac{1}{1:2} + 1 = \frac{3}{2}x^{\frac{3}{2}}$$

$$[^a] \int x^{1:2} = (1) x \quad (2) \frac{1}{2} \quad (3) x^{\frac{1}{1:2}+1} : \frac{1}{1:2} + 1 = \quad (a) x \quad (b) \frac{3}{2}x \quad (aa) x \quad (bb) \sqrt[3]{xa} \quad L$$

10 *Am Rand:* Circulum vidit et Hookius,^[a] sed de arcubus, quod subtilius est, videre non potuit.

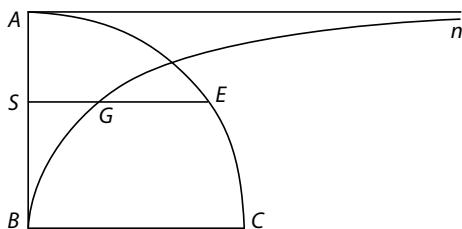
[a] Circulum [...] Hookius: *Lectures de potentia restitutiva*, S. 19f.

1 nempe (1) differentia p (2) incrementa potentiarum L 2 ipsae (1) $a-x$ (2) | SV ändert Hrsg. | , L
 3 fore (1) ut (a) $\sqrt{a-x}$ (b) ipse (2) in ratione [...] ipsae SF L 4 acquisitas (1) fore ut (2) in S , fore
 ut L 4 CBSFC (1). Est autem (2) seu ut (3) seu ut L 6 ita simpliciter erg. L 6 succedit
 (1) quia, (2) per partes, quia L 9 sinibus | rectis erg. | proportionales (1) spatio (2) quorum sinus
 (a) versi sunt (b) | complementi ändert Hrsg. | sunt spatia L 10 percursa (1) tempus (2) porro
 cum velocitates quovis (a) momento qu (b) puncto S quaesitae L 12 ut (1) $\frac{1}{(2)x : (3) SG}$,
 seu $1 : \sqrt{aa - xx}$. L 12-S. 304.1 aggregata (1) temporum (2) horum incrementorum, seu tempora
 insumta (a) erunt rursus (b) seu spatia | infinita erg. | $nASGn$ ändert Hrsg. | (aa) sunt rursus ipsius SE
 proportionalia (nam (aaa) $nASGn$ (bbb) SE in AB) adeoque (bb) erunt tempora insumta percurrente
 spatio BS (cc) sunt proportionalia arcubus (aaa) CE (bbb) BE adeoque L

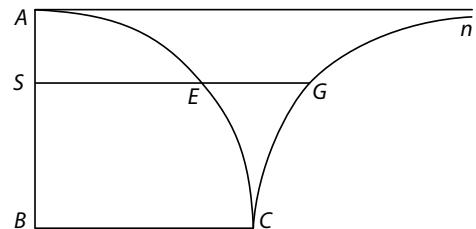
9 [versi]: Vgl. zur Berichtigung S. 304.2–4. 13 [$nBSGn$]: Vgl. das Diagramm [Fig. 3c] auf S. 302.
 Die überlieferte Angabe $nASGn$ bezieht sich auf das gestrichene Diagramm [Fig. 3b], auf S. 301.

tionalia arcubus BE adeoque habemus admirabile ita illud Theorema alibi jam a me inventum ante complures annos, hic item demonstratum. In casu proposito spatiis percursis existentibus ut sinubus versis BS , velocitates in puncto S quaesitas fore ut sinus rectos SE , tempora autem insumta ut arcus BE , seu ut angulos.

- 5 Si quis vero restitutionem tensi ad $1S$ comparat cum restitutione tensi ad $2S$, utique vires quaesitae sunt ut quadrata A_1S , A_2S , velocitates vero, ut ipsae A_1S , A_2S , idque cum ubique contingat, sintque velocitates ut spatia, erunt eadem tempora. Quod rigorose demonstrari poterit considerando omnia utrobique esse similia.



[Fig. 4a, gestr.]



[Fig. 4b, gestr.]

2 demonstratum. (1) Si tempora (2) In casu proposito spatiis (3) In casu proposito spatiis L
 3 existentibus ut (1) sagittis (2) sinubus versis BS , L 3 punto (1) sagittis (2) S quaesitas L
 4f. angulos. (1) Hinc spatio | percurso erg. | existente radio BA toto, tempus insumtum erit ut (a) quadrans (b) arcus quadrantis BEH (2) Si quis vero L 7 cum (1) ubique (2) contingat quovis mo
 (3) ubique contingat, L

1 alibi: Siehe N. 9, S. 74.2–13; 77.7–79.1; ferner N. 84, S. 55.17–56.9.

26. OB LANGE SEILE EHER REISSEN ALS KURZE

29. April (9. Mai) 1685

Überlieferung:

- L* Notiz: LH XXXVIII Bl. 57. Ein Zettel (9,4 x 12,5 cm). Eine Seite auf Bl. 57 r°; Bl. 57 v° ist leer.
E GERLAND 1906, S. 175 (Nr. 94).

[57 r°] 29 April. 1685

5

Es solte scheinen ein seil[,] welches lang[,] reiße mit gleichen gewicht nicht so leicht, als ein anders so kurz und eben so dick und starck, dieweilen die tensio oder spannung in mehr partes vertheilet wird in einem langen seil, und also iedes theil eines langen seiles bey weiten nicht mit gleichen gewicht so viel gespannet als iedes theil eines kurzen, daher auch das lange nicht so sehr nothleidet. Denn wenn man ein langes seil einem kurzen 10 gleich spannen will[,] daß es eben den thon oder laut bekommet, muß man umb soviel mehr gewichte geben. Dieses nun ist theoretice ganz gewiß, und ohnfehlbar; wenn das lange seil überall gleich starck ist.

Alleine[,] wenn man setzt, daß ein theil schwächer als das andere (wie denn solches in praxi nicht zu vermeiden,) so kommt es auff eins hinauß, das seil sey lang oder kurz, 15 wenn ein gewichte daran hengt; denn nicht nur das gewicht, sondern auch die feder oder Spannung der andern theile arbeitet gegen das schwächste, dahehr ob schon das gewicht die krafft nicht ganz auff iedes theil wenden kan, so macht doch der gespannten theile widerstand per suam vim Elasticam, daß iedes theil[,] in sonderheit von der gantzen krafft gleichsam, alternative angegriffen wird, und also das schwächste überwunden wird. 20

Weil nun ie länger das seil ie größer der unterschied der theile, und ie ehe ein aller schwächstes darunter, so pflegen auch lange seile ehe zu reißen als kurze.

7 dieweilen (1) mehr (2) die tensio oder spannung in mehr *L* 8 also (1) ein lange (2) iedes theil eines langen *L* 9 mit gleichen gewicht *erg. L* 10 das (1) kurz (2) lange *L* 10f. nothleidet.
(1) Und kurz ist (2) Denn wenn [...] kurzen gleich *L* 12f. wenn (1) ein langes (2) das lange *L* 14 daß (1) wie (2) ein *L* 17 schwächste, (1) und (a) gegen (b) muß also (2) dahehr *L* 18 krafft (1) so es auff die gespannten theile wendet, ie (2) nicht ganz [...] wenden kan, *L* 19 daß (1) sie (2) iedes theil *L* 21 und ie (1) mehr (die) (2) ehe ein *L*

27. DE VI ELASTICA AD RATIONES GEOMETRICAS REVOCATA

Juli 1686 / 27. August 1689

Beide folgenden Entwürfe N. 27₁ und 27₂ sind von Leibniz eigenhändig datiert worden: N. 27₁ auf Juli 1686; N. 27₂ auf den 27. August 1689. Die Datierung von N. 27₂ geht also auf die Zeit zurück, als Leibniz sich in Rom aufhielt (der Textträger selbst kann mangels eines Wasserzeichens nicht datiert werden), wohingegen N. 27₁ zweifelsohne in Deutschland entstanden war (das Papier stammt wohl aus dem Harz). Trotz ihres zeitlichen und räumlichen Abstands weisen beide Entwürfe eine enge inhaltliche Verwandtschaft auf. Der erste Teil von N. 27₂ (S. 311.8–316.23) ist eine ausführlichere und sorgfältigere Wiederaufnahme der in N. 27₁ durchgeführten Untersuchung, bei der die elastische Kraft einer Luftmasse, die in einem verschlossenen Behälter zunehmend komprimiert wird, zu bestimmen ist. Im zweiten, symmetrischen Teil von N. 27₂, für den es in N. 27₁ keine Entsprechung gibt, wird der komplementäre Fall untersucht, in dem die Kraft eines sich entladenden elastischen Körpers im Mittelpunkt steht. Demnach lässt sich N. 27₂ als Weiterentwicklung und Vervollständigung von N. 27₁ betrachten. Beide Texte weisen zudem inhaltliche Verwandtschaft mit dem Entwurf N. 21 *De vibrationibus aeris tensi* auf: Bei allen steht im Hintergrund das Gedankenexperiment, mit dem in N. 14₃ (S. 212.6–213.8) und N. 14₇ (S. 241.14–243.2) sowie im Brief an E. Mariotte von März/April 1683 (*LSB III*, 3 N. 456, S. 795.21–796.3) die Proportionalität zwischen Spannungskräften und Dehnungen elastischer Körper nachgewiesen werden soll.

Auf den engen Zusammenhang der Entwürfe N. 27₁ und N. 27₂ weist Leibniz selbst in einer Randbemerkung am Kopf von N. 27₂ (S. 311) hin: *Haec accurate constituta Jul. 1686*. Es ist auf den ersten Blick naheliegend, diesen Hinweis als eine unmittelbare Anspielung auf N. 27₁ zu deuten. Allerdings könnte der Hinweis auch so gedeutet werden, dass der Text N. 27₂ bereits im Juli 1686 – im Anschluss an N. 27₁ – verfasst worden war und am 27. August 1687 nur überarbeitet wurde; zu dieser späteren Textschicht würden dann hauptsächlich die Randbemerkungen zu S. 313.7–314.14, S. 315.16–316.2 und S. 317.9 sowie der Schlussteil, S. 319.11–22 gehören. Diese zweite Deutung ist nach heutigem Wissensstand nicht auszuschließen. Bemerkenswert ist, dass Leibniz in beiden Fällen mindestens einen der beiden Entwürfe auf seine Reise nach Italien mitgenommen und in Rom weiter bearbeitet haben muss. Die enge Verbindung, die sowohl den Inhalt wie auch die Entstehung beider Texte umfasst, rechtfertigt jedoch in beiden Fällen die Entscheidung der Herausgeber, N. 27₁ und N. 27₂ zusammenhängend zu edieren.

271. DE AERIS RESISTENTIA ELASTICA

Juli 1686

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 10, 8 Bl. 15. Ein Blatt 2°; ein Wasserzeichen: Papier möglicherweise aus dem Harz. Eine Seite; Bl. 15 v° leer.

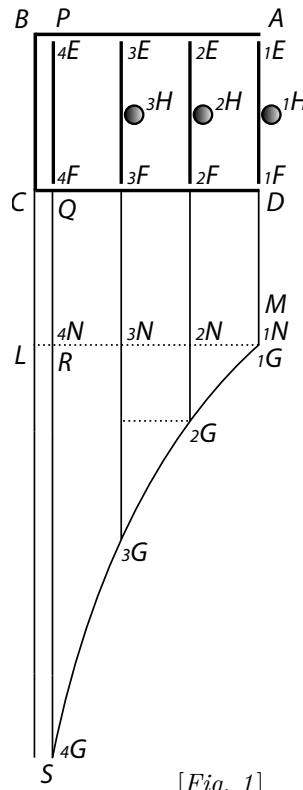
[15 r°] Juli 1686

Embolus *EF* intruditur in vas *AC*, aere plenum, incursu corporis *H*. Dividatur spatium *CD* in partes indefinite parvas, quales sunt *1F2F*, *2F3F* etc. Et primo quidem impetu corpus *H* incidens in *1E1F* ipsumque pellens usque ad *2E2F*, perdet aliquam virium suarum partem, quam placet repraesentare per rectangulum *1G2F*; et secundo impetu embolum pellens a *2E2F* ad *3E3F*, perdet aliquam partem suarum virium, quam representabimus per rectangulum *2G3F*. Videndum est, quae sit ratio inter *1F1G* et *2F2G* posito ipsas *1F2F* et *2F3F* esse aequales, seu quae sit progressio ipsarum *FG*. Quod ut cognoscatur considerandum est, vim aeris in vaso qua [comprimenti] resistit aequari ponderi cylindri aerei respondentis ipsi vasi, ut notum est, quam repraesentemus per rectam *DM* vel *1F1G*. Vim aeris vero compressi intra *C2F* aequari alteri ponderi majori, cum quo in aequilibrio teneri posset, quod erit ad *DM* in ratione *CD* ad *C2F*, et pondus quo idem aer teneri potest compressus in *C3F* esse ad *DM* ut *CD* ad *C3F* et ita porro. Eaque pondera repraesentemus per rectas [*DM*] seu *1F1G*, *2F2G*, *3F3G*, ipsam *LM* secantes

5f. plenum, (1) impetu (2) incursu corporis *H* (a), et primo quidem temporis articulo aliqu (b). Dividatur spatium [...] quidem impetu *L* 9f. representabimus (1) triangulo (2) rectan (3) per rectangulum *2G3F*. *L* 10 est, | primo *gestr.* | quae *L* 12f. est, (1) primo (a) impetum (b) impetu aerem (aa) redi (bb) in *AC* comprehensum redigi in (c) aerem reductum esse in spatium *AC*, tanta vi, quanta est (aa) cylindri ae (bb) ponderis cylindro aereo aequalis (2) vim aeris | in vaso *erg.* | qua | (se) *gestr.* | comprementi ändert Hrsg. | resistit aequari [...] ipsi vasi, *L* 13 rectam (1) *DN* (2) *DM* *L* 14 vero (1) qua a po (2) compressi intra [...] alteri ponderi *L* 14 cum *erg.* *L* 15 aequilibrio (1) tenetur (2) esse (3) teneri posset, *L* 15f. *C2F*, (1) et vim aeris compressi in (2) et pondus quo (a) compressus (b) idem aer [...] compressus in *L* 16-S. 308.1 Eaque pondera repraesentemus per rectas | *CD* ändert Hrsg. | seu *1F1G*, *2F2G*, *3F3G*, (1) quarum differentiae sint *1L2G*, *2L3G* etc. (2) ipsam *LM* secantes in *N. erg.* *L*

5 Embolus [...] vas *AC*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 308. 13 ut notum est: Gemeint sind wohl die Untersuchungen von E. Torricelli, B. Pascal, R. Boyle und O. von Guericke über den atmosphärischen Druck. Siehe hierüber etwa *LSB VIII*, 1 N. 39, S. 306.

in *N.* Hinc corpus *H* ingruens aeremque ex *CD* in *C₂F* comprimens, tantundem virium perdet quantum perdidisset si pondus quod sit ut $2N_2G$ elevasset ad altitudinem $2F_1F$. Et idem corpus *H* aerem ex *C₂F* in *C₃F* comprimens, tantum virium perdet, quantum perdidisset [si] pondus $3N_3G$ elevasset ad altitudinem $2F_3F$. Et ita porro. Itaque vires quae perduntur a corpore *H* erunt ut ipsae *NG*. Similiter impetus qui ab aere compresso, se restituente imprimuntur corpori *H*.



[Fig. 1]

1 Hinc (1) vis (2) corpus *L* 2 perdet | (seu aeri dabit) *gestr.* | quantum *L* 2 sit | ad pondus aeris *gestr.* | ut *L* 3 ex (1) $2E_2F$ (2) *C₂F* *L* 4 si *erg. Hrsg.* 4 altitudinem (1) $2N_3N$ (2) $2F_3F$. *L* 5 qui (1) a corp (2) ab aere compresso, *L*

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

Si ducatur $2F3F$ in [triangulum] $3G3N1N$ aequabitur potentiae quam corpus H perdidit, datur autem $3N3G$, ex datis DM et $C3F$ (quia $3F3G$ est ad $1F1G$ ut CD ad $C3F$) ergo et datur vis corporis H ; quae divisa per ejus molem dabit quadratum celeritatis quam habuit corpus H cum impingeret in embolum.

Itaque DM pondus cylindri aerei sit a , altitudo CF sit x , erit $FG = aa : x$ et $NG = aa : x - a$ seu $\frac{aa - ax}{x}$, quae ducta in DF , seu in $a - x$ dabit $\overline{a-x}^2 a : x$, reprezentans vim quae divisa per corpus H , seu per h , dabit $\overline{a-x}^2 \cdot a : hx$ potentiam a corpore h adhuc acquirendam, sit autem c [Text bricht ab.]

Itaque DM pondus cylindri aerei sit a , DQ sit q , fiet QS (seu $4F4G$) = $aa : q$ et RS seu $4N4G$ erit aeq. $aa : \overline{a-q} - a$, seu $\boxed{aa - aa} + aq : \overline{a-q}$ quae ducta in QF seu in q dabit $aqq : \overline{a-q}$ potentiam totam compressione quaesitam, quae divisa per molem corporis H , seu h dabit $aqq : h\overline{a-q}$. Si jam aliquod punctum F sumatur inter Q et D , et DF dicatur x , erit $CF = a - x$ et $FG = aa : \overline{a-x}$ et $NG = aa : \overline{a-x} - a$ seu $ax : \overline{a-x}$ et $NGD = axx : \overline{a-x}$ potentia adhuc acquirendam.

Si ponamus jam in Q seu in $4F$ cessare compressionem, necesse est vim quam Elasticus aer acquisivit seu corpus impingens perdidit reprezentari Hyperbolico trilineo $MRSGM$ seu [$M4NS4GM$], quod divisum per h (corpori H respondentem quantitatatem) dabit potentiam corporis H , cuius quadratica radix exprimet celeritatem qua corpus H initio inguebat. Similiter, si pervenerit corpus H in aliquem locum F , sive in compressione, sive in restitutione, tunc spatium hyperbolicum $GNRSG$ reprezentabit potentiam quam habet corpus H ; at trilineum Hyp. $GNMG$ reprezentabit amissam vel (in restitutione) recuperandam ab hoc corpore H . Potentia quam habet si dividatur per h , et provenien-

2 Si (1) ponamus jam in (a) $\langle 4 \rangle F$ seu (b) Q seu $4F$ cessare compressionem (aa) ponderis (bb) corporis H , sequitur ipsius (aaa) pondus (bbb) vim quam in $\langle \text{compr} \rangle$ (2) ducatur $2F3F$ | in erg. | rectangulum ändert Hrsg. | (a) $3N3$ (b) $3G3N1N$ (aa) reprezentabit (bb) aequabitur potentiae [...] H perdidit, L 4 dabit (1) vim (2) quadratum celeritatis L 5 DM (1) pondus sit a (2) pondus cylindri aerei sit a , L 6f. $\frac{aa - ax}{x}$ (1). Corpus H sit h , (2), quae ducta [...] divisa per (a) $\langle h \rangle$, corpus (b) corpus H , seu per h , L 7 potentiam (1) quam corpus h dabit (2) a corpore h adhuc acquirendam, L 8 sit a , | et gestr. | DQ sit q , L 9f. $aa : \overline{a-q} - a$, (1) (et) (2) quae ducta in QF seu in a , dabit $aa - aq$ (3) seu $\boxed{aa - aa} + aq : \overline{a-q}$ [...] dabit $aqq : \overline{a-q}$ (a) et divisa per H seu h molem corporis dabit (b) potentiam totam compressione quaesitam, quae (aa) ducta (bb) divisa per molem corporis H (aaa) dabit (bbb), seu h dabit $aqq : h\overline{a-q}$. L 10f. jam (1) sit aliqua (2) aliquod punctum F (a) sit (b) sumatur L 11 erit (1) DF (2) CF L 13–15 est (1) vim totam MD (2) vim quam Elasticus aer acquisivit | seu corpus impingens perdidit erg. | reprezentari (a) toto spatio (b) Hyperbolico trilineo $MRSGM$ | seu | $M4N4GSM$ ändert Hrsg. | erg. |, quod L 16 corporis H , (1) quae ducta in (2) cuius (a) quadratum (b) quadratica radix L 17 pervenerit (1) (cor) (2) in (3) corpus (4) corpus H in L 18 restitutione, (1) rectilineum (2) tunc | spatium Hyperbolicum erg. | $GNRSG$ L 20 corpore H (1) quae (2). Potentia quam habet L

tis quaeratur radix quadratica, habebitur celeritas praesens corporis [H]. Constat autem spatia Hyperbolica ut DG , esse ipsarum CF logarithmos; ergo spatia QG sunt logarithmi iidem demto logarithmo ipsius CQ , ergo potentia praesens in F est log. CQ (constans) demto log. CF . Porro si comparentur inter se potentiae quae sitae compressione usque ad 5 $4F$, aut usque ad $3F$, etc., eae utique sunt ut spatia usque ad D_4G , D_3G , seu ut logarithmi CF . Ergo celeritates [quas] corpus idem accipere potest illa vel hac restitutio, sunt ut horum logarithmorum quadratice radices.

At quid si tempora comparentur? Tempora sunt ut $\int 1 : \sqrt{\log. CQ - \log. CF}$. Sit $CF = x$, $CD = a$, $DF = a - x$. Log. $x = \int \frac{aa}{a-x} dx$ et potentia praesens in F erit log. $X - 10 \int \frac{aa}{a-x} dx$ seu log. $X - \log. x$ et celeritas praesens erit ut $\sqrt{\log. X - \log. x}$, et tempus (ei reciprocum) erit $1 : \sqrt{\log. X - \log. x}$ et totum tempus insumptum erit ut $\int dx : \sqrt{\log. CQ - \log. x}$, seu ut $\int dx : \sqrt{\log. CQ - \int \frac{aa}{a-x} dx}$. Quod an semper sit aequale licet alia atque alia sumatur CQ dispiciendum est. Vera est Methodus, sed eam nunc absolvere non vacat. Nec vero scio an semper in tali hypothesi restitutio eodem tempore fieri debeat, 15 ut in illa Hypothesi in qua linea GG est recta, quod contingit in alicujus corporis Elastici tensione communi, ut alibi ostensum est. Quod peculiari scheda sum persecutus.

1 celeritas (1) quae sita (2) praesens L 1 h L ändert Hrsg. 3 ipsius CQ , | seu streicht Hrsg. | ergo L 4 log. CF (1) et spatia (2) et celeritates (3). Porro si comparentur L 6 quam L ändert Hrsg. 10 seu log. $X - \log. x$ erg. L 10 praesens erit | : streicht Hrsg. | (1) ut $\int \log. X - \int \frac{aa}{a-x} dx$, (2) ut $\sqrt{\log. X - \log. x}$, L 11f. insumptum erit | ut solidum ex his compositum seu ut summa summarum ex illis, seu ut (1) momentum (2) momenta temporum ex DM seu gestr. | ut $\int dx : \sqrt{\log. CQ - \log. x}$, L 12f. licet alia [...] sumatur CQ erg. L 15 qua (1) tempora (2) linea GG L

15f. quod [...] est: Vermutlich Anspielung auf N. 85 (S. 63.10–17). In diesem Entwurf hatte Leibniz im Dezember 1680 den Isochronismus der *restitutio omnimoda* einer gespannten Saite nachzuweisen versucht. 16 peculiari scheda: Vermutlich N. 9, *Motuum restitutionis regula* (Dezember 1680). Der Isochronismus der Schwingungen einer gespannten Saite wird dort (S. 74.18–76.8) mathematisch bewiesen. Diesem Phänomen widmete sich Leibniz auch in späteren Entwürfen wie N. 32₂ und N. 32₁ (1690 bis 1695).

27₂. DE VI ELASTICA AD RATIONES GEOMETRICAS REVOCATA TENTAMEN
27. August 1689

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 10, 8 Bl. 10–11. Ein Bogen 2°; Einriss im Falz mit geringfügigem Textverlust am unteren Rand von Bl. 10 r°. Vier Seiten. Auf Bl. 10 r° am linken Rand, von Leibnizens Hand: $y = a^x [/] ly = xla$; am oberen Rand, ebenfalls von Leibnizens Hand quer: $4 \frac{1}{4} [/] 3 \frac{1}{3} [/] 2 \frac{1}{2}$.

5

[10 r°] 27 Aug. 1689

De vi Elastica ad rationes Geometricas revocata Tentamen.

Ponamus vasi *ABCD* cujus latera *AB*, *DC* horizonti parallela inclusum esse aerem, et operculo *EF* vas exakte claudi, ita tamen ut operculum sit mobile faciatque officium emboli, atque vi externa ad comprimentum aerem in vas intrudi possit. Esto jam globus 10 *H* determinati ponderis, qui certa velocitate veniens in linea horizonti parallela *oH₁H* directe incurrat in embolum, eumque adigat in vas ab *1E₁F* ad *2E₂F* atque ita aerem comprimat, ex spatio *1E₁FCB* in spatium *2E₂FCB*.

Certum est corpus tantum sua potentiae amisisse quanta est potentia quam tribuit aeri compresso. Ponamus ergo corpus continuando impetum, licet paulatim debilitatum 15 adigere Embolum *1E₁F* primum in *2E₂F* ut dixi, deinde in *3E₃F*, ac denique in *4E₄F*, atque ibi omni vi sua consumta quiescere, nec embolum profundius in vas intrudere posse. Vis ergo Elastri aeris cuius spatium naturale erat *1E₁FCB*, compressi intra spatium *4E₄FCB* aequabitur potentiae corporis *H* quam habebat cum initio impingeret, in *oH*

6 Unter dem Datum: (Haec accurate constituta Jul. 1686.)^[a]

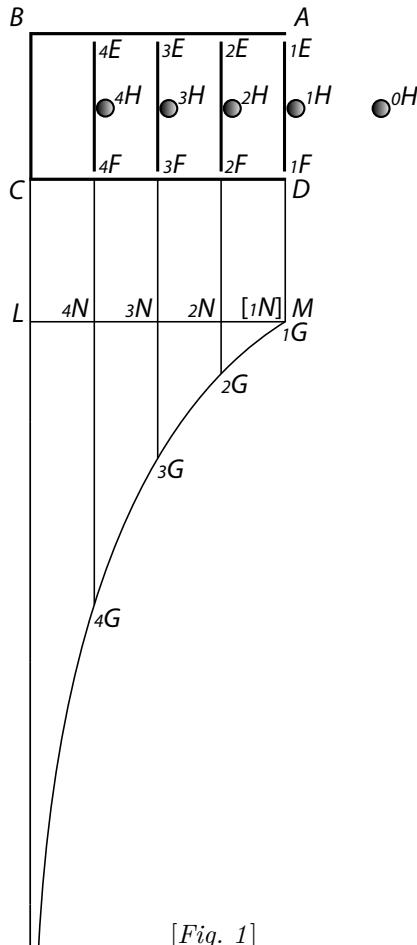
^[a] (Haec [...] 1686.) Siehe N. 271.

6 [10 r°] (1) 26 (2) 27 *L* 8f. et (1) operculum (2) operculo *L* 9 mobile (1), eoque (2) faciatque *L* 10f. jam (1) corpus (2) globus *H* determinati ponderis, (a) quod (b) qui *L* 12 vas (1) ubicunque (2) ab *1E₁F* ad *2E₂F* *L* 13, ex spatio [...] spatium *2E₂FCB erg. L* 16 adigere (1) embolum primum in (2) Embolum *1E₁F* primum in *L* 18 cuius (1) status naturalis (2) spatium naturale *L* 19–S. 312.1 *4E₄FCB* (1) metietur (2) mensurari etiam poteri (3) aequabitur (4) aequabitur potentiae corporis *H* (a) initio (b) quam habebat cum initio impingeret, | hoc est *gestr.* | in *oH* seu *1H*, (aa) nempe (bb) et mensurabitur per *L*

8 vasi *ABCD*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 312.

seu ${}_1H$, et mensurabitur per factum ex magnitudine corporis H , ducta in quadratum celeritatis, qua impingebat. Et vicissim velocitas corporis haberi poterit per Elastrum aeris quod efficit.

Porro potentiae ejusdem aeris plus minusve compressi sunt inter se, in reciproca ratione spatiorum in quibus continentur. Et quidem potentia aeris Elastica in statu natu-



[Fig. 1]

2f. Et vicissim [...] per Elastrum (1) aeris (2) aeris quod efficit. erg. L 5 quidem (1) quam aer (2) potentia aeris L

rali, si cogitatione auferatur pondus aeris incumbentis, est tanta quanta est ipsum pondus aeris incumbentis, quod reprezentemus per DM vel per $1F_1G$; potentiam aeris compressi in $2E_2FBC$ exprimamus per $2F_2G$, compressi in $3E_3FBC$ reprezentemus per $3F_3G$ et ita porro; ita ut semper sit FG ad DM ut CD ad CF , seu sint ipsae FG ipsis CF reciproce proportionales, verbi gratia $2F_2G$ ad $1F_1G$ ut C_1F ad C_2F ; erit [ergo] linea GG Hyperbola, cujus centrum C , asymptota una CD , altera BC vel CL . 5

Cum ergo potentia corporis H durante emboli intrusione jam amissa praecise tanta sit, quanta est vis Elastri aerei in illo loco, erit ergo et in restitutione, qua corpus H rur-

7-S. 314.14 *Am Rand:* Videtur error subesse, compressiones quidem sunt reciproce proportionales spatiis, adeoque et vires quae in ea compressione tenere possunt. Sed aliae sunt vires quae in ea compressione tenere possunt, aliae vero sunt vires jam assumtae ad producendam illam compressionem, seu quae tot(a) illa restitutione possunt recuperari.^[a] Et dubium est finiri compressionem, quando vis globi impingentis exhausta, videtur enim finiri, quando illa vis ei adhuc residua in aequilibrio est cum ipsa vi [compressioni]^[b] resistente.

Jam videtur id rectum esse, nam non appareat, ubi vis ejus sit cum utique quiescat, nisi translata sit tota in aerem comprimentum, posito compressionem nullam esse in ipso corpore $H^{[c]}$, quod fingimus rigidissimum.

NB: Videndum an non dicendum sit potius ipsas NG non esse ut vires totas, sed ut cremenata, spatia vero seu summas eorum esse ut vires totas, ita ut corpus H impetu suo comprimens in $2H$ perdat vim ut $2N_2G$. Et ita esse video ponendo infinita quasi Elastrina inaequalia, in ratione compressionum, sed tendenda per aequale spatium infinite parvum impetu illapsus. Ergo totae vires amissae (su)nt ut spatia seu ut logarithmi et celeritates ut radices logarithmorum.

^[a] recuperari. (1) Nec (2) Et (a) falsum (b) dubium L ^[b] compressionis L ändert Hrsg. ^[c] H erg. L

2 reprezentemus (1) per D_1G (2) per DM vel per $1F_1G$ (a) vel D (b); potentiam L 4 FG ad (1) DC (2) DM L 4 sint (1) FG (2) ipsae FG L 5 gratia (1) C_2F ad $1F_1C$ ut (2) $2F_2G$ ad $1F_1G$ ut L 5 ergo erg. Hrsg. 7f. corporis H (1) existentis in puncto aliquo (2) durante emboli intrusione (a) quam amissa, praeci (b) adhuc residua praecise tanta sit (c) jam amissa praecise tanta sit, L 8-S. 314.1 ergo | et in [...] rursus exploditur, erg. | vis (1) Emboli in (2) corporis H in L

sus exploditur, vis corporis H in $2H$ ad vim corporis H in $1H$, ut $2F_2G$ ad $1F_1G$ seu ad DM , si scilicet pondus [aeris] externi amotum, ac res in vacuo acta intelligatur, obice forte opposito ne aer inclusus in $1E1FCB$ embolum plane extrudat.

Sed in aere libero ubique detrahenda est vis aeris incumbentis repraesentata per DM , ducatur ergo recta ML parallela ipsi CD , seu normalis ad BCL , secans ipsas FG in punctis N . Et vires Elastri aerei in quolibet compressionis statu repraesentabuntur per rectas NG , exempl. gr. in $1E1F$ statu naturali, potentia haec erit nulla, quia et nulla compressio; in statu $2E2FCB$ repraesentabitur per $2N_2G$, seu erit ad vim aeris incumbentis (quae determinata habetur aliunde) ut $2N_2G$ ad DM . Et ita porro.

Vis ergo corporis H tota quam initio in oH vel $1H$ habuit, repraesentabitur per ultimam $4N_4G$, seu erit ad vim quam aeris Elastrum naturale apud nos habet, ut $4N_4G$ ad $[DM]$, quia scilicet ultima $4N_4G$ exprimit vim Elasticam aeris, quam tota vi corporis H exhausta accepit, quae proinde ipsi vi corporis quam initio integrum habuit, aequalis est, quia ipsam totam aeri compresso communicasse suppono. [10 v°]

Hinc jam facile est definire quam corpus H in quolibet loco residuam habeat celeritatem. Sit enim velocitas ejus prima v , pondus autem ejus h , erit vis ejus prima hvv . Jam ponatur et nota vis Elastri naturalis [aeris]; quae si ad idem corpus $[H]$ esset accommodanda, deberet corpus H habere velocitatem e , itaque erit ea vis hee eritque $4N_4G$ ad DM ut hvv ad hee seu ut vv ad ee . Sit DM aequ. m et C_4F seu L_4N aequ. t et $4N_4G$ vocemus

$$\theta. \text{ Fiet } t \text{ in } \overbrace{[4F_4G]}^{m + \theta} \text{ aequ. } CD \text{ in } DM \text{ seu } mm \text{ si ponamus } CD \text{ et } DM \text{ esse aequales, fiet:}$$

2 scilicet (1) ponas (2) pondus | aeri ändert Hrsg. | externi amotum, [...] acta intelligatur, L
 3 inclusus in (1) $1F_1G$ (2) $1E1FCB$ L 4 ubique erg. L 8f. erit (1) ad DM , (2) ad vim [...] ad DM . L 11 aeris (1) in statu (2) apu (3) Elastrum naturale apud L 12 DG L ändert Hrsg. 12 exprimit (1) Elastrum aeris maxi (2) vim Elasticam aeris, L 14 totam (1) corpori (2) aeri L 17 aeris erg. Hrsg. 17 h L ändert Hrsg. 17f. accommodanda, (1) exprime (2) deberet corpus (a) fig (b) H habere velocitatem (ad) ee (bb) $4e$ (cc) e , L 18 vis (1) $h\bar{4}e^2$ (2) he (3) hee L 18f. DM ut (1) e (2) $h\bar{4}e^2$ ad hvv seu ut (a) ee ad vv (b) $\bar{4}e^2$ ad v (3) hvv ad hee seu ut vv ad ee . L 19f. m et (1) CF aequ. f (2) | et streicht Hrsg. | C_4F | seu L_4N erg. | aequ. (a) G (b) v (c) t (aa) (tota enim (aaa) vim (bbb) vis ibi est) erit (bb) et $4N_4G$ vocemus θ . Fiet (aaa) $t\theta$ ae (bbb) t L 20 $4N_4G$ L ändert Hrsg. 20 in DM (1) ponamus (2) seu | in streicht Hrsg. | mm si ponamus L

1f. vis corporis [...] ad DM : In $2H$ und $1H$ kommt dem Körper H jeweils eine Bewegungskraft zu, die vielmehr in *umgekehrtem* Verhältnis zu den Größen $2F_2G$ und $1F_1G$ (bzw. DM) stehen. Vgl. S. 313.4–5.

t in $\theta + m$ aequ. mm , seu $\theta + m$ aequ. $\frac{mm}{t}$. Est autem θ ad m ut vv ad ee . Ergo rursus θ aequ. $\frac{mvv}{ee}$ aequ. $\frac{mm}{t} - m$. Ergo $vv : ee$ aequ. $\overline{m-t} : t$.

Itaque $m - t$ seu M_4F spatium aeri compresso ademtum, est ad t seu CM spatium totum, in duplicita ratione celeritatum v ad e , quarum illa v est quam habere deberet corpus H , si tota vis Elastri naturalis aeris in ipsum esset translata, haec est illa quam actu ante impulsum emboli habuit. 5

Idem calculus locum habet et in alio spatii puncto ut in $3F$, nempe erit s seu M_3F seu spatium aeri a corporis impulsu ademtum, ad t seu CM spatium totum, in duplicita ratione celeritatis v , quae qualis sit jam determinavimus, ad celeritatem c quam corpus H cum eo venisse amisit. Seu erit $s : t$ aequ. $vv : cc$. seu s aequ. $tvv : cc$ cumque tvv sit 10 constans, erunt spatia MF seu s percursa a corpore H dum embolum intrudit, seu amissa ab aere compresso, in duplicita ratione reciproca celeritatum. Nempe s ad (s) ut $tvv : cc$ ad $tvv : (c)(c)$ seu ut $(c)(c)$ ad cc .

Hinc jam facile colligitur quam vim aer compressus ac sese restituens corpori projiciendo communicet. Ponamus enim aerem compressum corpus H quod vim [comprimendi] 15 jam omnem amisit iterum rejicere ac se restituere, tum (si ab impedimentis quibusdam

16–S. 316.2 *Am Rand:* Δ Hic videtur subesse Error[,] vide finem schedae.^[a]

^[a] finem schedae: S. 319.11–22.

2–13 $\overline{m-t} : t$. (1) Idem plane est (a), si (b) calculus si non locum $4F$, sed | alium ut erg. | $3F$ assissemus, erit enim (aa) ee celeritas (bb) hee vis quam corpus H amisit seu in Elastrum aeris transmisit, e celeritas quam amisit. Itaque (aaa) h (bbb) e (ccc) celeritas (aaaa) prima cor (bbbb) integra corporis H incurrentis, est ad (aaaaaa) celer (bbbbbb) v celeritatem integrum quam idem corpus habere deberet si vim (2) Itaque $m - t$ seu (a) $4N$ (b) M_4F spatium [...] quarum illa | v erg. | est quam [...] corpus H , si (aa) vim (bb) tota vis [...] esset translata, (aaa) ad (bbb) haec est [...] $3F$, nempe (aaaa) spatium M_3F vocemus s , quod nempe aeri ademtum est. Nam si (bbbb) erit | erit streicht Hrsg. | (aaaaaa) s sp (bbbbbb) s seu M_3F [...] venisse amisit. (aaaaaa-a) Sunt ergo spatia percu (bbbbbb-b) Seu erit (aaaaaa-aa) $s : t$ aequ. vv (bbbbbb-bb) $s : t$ aequ. [...] constans, erunt (aaaaaa-aaa) spatia s (bbbbbb-bbb) spatia MF (aaaaaa-aaaa) percursa a corpore (bbbbbb-bbbb) seu s percursa [...] reciproca celeritatum (aaaaaa-aaaaaa) seu (bbbbbb-bbbb). Nempe s [...] ad cc. L 15 comprimendo L ändert Hrsg. 16 omnem (1) ejicere, utique (2) amis (3) amisit iterum [...] restituere, tum L

3 $m - t$ seu M_4F : Die Buchstaben m und t bezeichnen jetzt nicht mehr bloße Strecken (nach den Setzungen auf S. 314.16–19), sondern die entsprechenden Rechtecke aus den Abszissen und den Ordinaten der Hyperbel GG . 4–6 quarum [...] habuit: Die Bedeutung von v und e wird hier verwechselt. Vgl. die Setzungen auf S. 314.16–19.

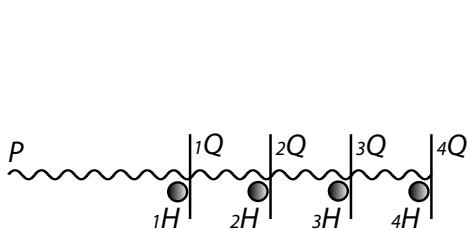
externis animum abstrahamus) ipsi corpori H amissas celeritates eodem plane modo quo eas ab eo accepit, iisdemque plane in locis reddet. Quod si ergo aliud corpus sumamus, quod ab aeris elastro projicitur, ipsi corpori H aequale, res eodem redibit. Quod si corpus projiciendum sit corpore H majus vel minus, tantum celeritas pro majori corpore minor,
 5 pro minore major erit. Sit enim celeritas quae ipsi H in spatio s (ab aere amisso) communicatur c , erit cc aequ. $tvv : s$. Est autem tota vis corpori H communicata quadratum ipsius c in h , seu $tvvh : s$. Eadem vis etiam corpori alteri [11 r^o] ut p communicatur, et celeritas quam corpus p accipere debet quaeritur. Esto illa K fiet pKK aequ. $htvv : s$ seu fiet KK ad cc ut h ad p , et KK aequ. $htvv : ps$. Erunt ipsae K in subduplicata ratione reciproca ipsorum s .

Cumque $htvv : p$ sit quantitas constans, erunt celeritates corporis H vel alterius ab aere in vase prismiformi $ABCD$ compresso ac se restituente projecti, in quolibet loco spatii ut F , acquisitae, in subduplicata ratione reciproca spatiorum aeri adhuc ademtorum seu adhuc ab eo recuperandorum DF .

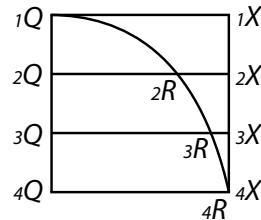
15 Sequitur et hinc pondus comparari posse cum impetu percussionis, nam certo pondere aer in aliquo determinato compressionis gradu contineri potest, pondus ergo ibi potentia aequale est impetui corporis quod percussione sua illuc usque comprimere aerem potuisset. Quanquam subtiliter omnia rimando et ad insensibilia respiciendo fieri possit, ut Elastrum illud non sit unquam [cum] pondere in aequilibrio, nec ab eo [in] quiete 20 teneatur, sed exiguo ponderis delapsu comprimatur, ac sese restituat alternis, atque ita in perpetua oscillatione versetur, quia vis gravitatis non agit continue, etsi ita sensu videatur.

A consideratione compressionis veniamus ad casum tensionis ubi contrarium evenit, cum enim potentia semper aestimanda sit ab effectu, patet [in compressione] eo majorem 25 esse effectum, quo minus est spatium in quod aer est inclusus; contra in tensione, eo major

1 abstrahamus) (1) omnes ei (2) suam (3) suas celeritates ei (4) ipsi corpori H amissas celeritates L
 3 ab (1) aere comprimitur (2) aeris (a) com (b) elastro projicitur, L 3f. corpus (1) H sit (2) projiciendum sit corpore H L 4 celeritas (1) pro minori (2) pro majori L 5 in (1) peractos
 (2) spatio L 8 quaeritur (1) erit (2). Esto L 9f. Erunt ipsae K (1) etiam reciproce (2) in
 subduplicata ratione reciproca (a) ipsarum s (b) ipsarum (c) ipsorum s . erg. L 11 corporis (1) ab
 (2) H vel alterius ab L 12 vase (1) $ABCD$ cylindriformi (2) prismiformi $ABCD$ L 14–16 DF .
 (1) Sequitur hinc pondus comparari posse cum impetu ex acceleratione quaesito seu cum vi percussionis,
 tam enim pondus (2) Sequitur et [...] percussionis, nam (a) ut (b) certo pondere L 19 unquam | in
 ändert Hrsg. | pondere L 19 eo | in erg. Hrsg. | quiete 20 sed (1) ponderi (2) exiguo ponderis
 delapsu L 21 perpetua (1) consistat (2) oscillatione (a) sit et (b) versetur, quia L 24 in
 compressione erg. Hrsg. 25 eo (1) majus (2) major L



[Fig. 2]



[Fig. 3]

est potentia quo majus est spatium in quod corpus est vi extensum; quemadmodum alibi a me demonstratum est accuratius. Sunt scilicet potentiae tendentes ut spatia quae tensione accessere. Itaque corpus H horizontaliter motum atque incurrens in $1Q$ extremum chordae P_1Q , tendit ipsum ab $1Q$ in $2Q$, inde in $3Q$, denique in $4Q$, ubi quiescat vi sua exhausta. Cum ergo vires tensionis seu vires tendentes sint ut rectae $1Q_2Q$, $1Q_3Q$, $1Q_4Q$, ergo vires quas corpus H amisit cum est in $2Q$, $3Q$, $4Q$ sunt similiter ut $1Q_2Q$, $1Q_3Q$, $1Q_4Q$. Celeritates autem quas amisit, sunt in subduplicata virium ratione, ergo celeritas [quam] corpus H amisit cum est in $2H$, est ad celeritatem quam amisit cum est in $3H$, ut in subduplicata ratione $1Q_2Q$ ad $1Q_3Q$. Hinceodem modo argumentando ut supra, si chorda dimissa et a $4Q$ ad $1Q$ rediens corpus H impellere intelligatur, erunt celeritates corporis H adhuc acquirendae cum est in $3H$ vel $2H$, seu differentiae inter ibi quaesitas et summam

9 Am Rand: \mathcal{S} (Videtur hic ut supra^[a] subesse error. Vide finem schedae.^[b])

^[a] ut supra: S. 313.7–314.14; 315.16–316.2 ^[b] finem schedae: S. 319.11–22.

1f. a me erg. L 2 Sunt (1) ergo (2) scilicet L 3f. accessere (1), ergo celeritates quas corpus impetu suo (a) tendens am (b) chordam vel simile quid tendens amisit (2). Itaque corpus H (a) tendat chordam P_1Q (b) horizontaliter motum [...] tendit ipsum L 4f. exhausta. (1) Itaque (2) Cum ergo L 7f. ergo (1) sunt celeritates (2) celeritas | quam erg. Hrsg. | corpus H (a) habet in $2H$ est ad celeritatem qu (b) amisi (c) amisit cum [...] est in $3H$, L 10f. intelligatur, (1) patet (a) celeritatem (b) celeritates residuas, quas (2) et celeritas quam (3) erunt celeritates [...] adhuc acquirendae | cum est in $3H$ vel $2H$ erg. | , seu L

1f. quemadmodum [...] accuratius: Siehe etwa in diesem Band N. 143, S. 212.6–213.8, und N. 147, S. 241.14–243.2. 9 ut supra: S. 313.7–314.2; 315.14–316.14.

quam habebit in $1H$, in subduplicata ratione spatiorum adhuc percurrentorum $1Q_3Q$, $1Q_2Q$. Unde aestimari potest vis arcus tensi.

Videamus jam hinc quae sit inter tempora et spatia relatio, seu celeritates adhuc deficientes cum corpus H est in $3Q$ vel $2Q$ si repraesententur per rectas $3Q_3R$, $[2Q_2R]$, erunt ut ordinatae parabolae cuius vertex $1Q$, Axis $1Q_4Q$, basis $4Q_4R$ axi, si placet altitudini, aequalis, nam is pro arbitrio sumi potest. Quod si ergo parabolico Trilineo [convexo] $1Q_4Q_4R_1Q$ circumscribatur quadratum [$1Q_4Q_4R_1X$] et sit latus XX oppositum lateri QQ , erunt ipsae RX celeritates a corpore projiciendo quaesitae. Porro generaliter scimus Temporibus existentibus t , locis seu spatiis l , celeritatibus quaesitis c , fore l aequ.

10 $\int \frac{c}{a} dt$. Ergo dla aequ. cdt ergo t aequ. $\int \overline{adl} : c$. Sunt autem hoc loco [11 v°] $[3R_3X]$ seu c aequ. $QX - 3Q_3R$ seu $QX - \sqrt{QX \cdot 1Q_3Q}$ seu c aequ. $a - \sqrt{al}$ ergo fiet: t aequ. $\int adl : \overline{a - \sqrt{al}}$ cuius ineunda est summa: $a - \sqrt{al}$ aequ. c et $cc - 2ca + aa$ aequ. al . Ergo adl aequ. $2cdc - 2adc$ et fiet: t aequ. $\int 2\cancel{dc} : \cancel{c} - \int 2adc : c$ seu fiet: t aequ. $2c - 2a \int \overline{dc} : c$ seu $2c - 2a \log c$. aequ. t . Erunt ergo tempora proportionalia quantitatibus compositis ex differentiis inter celeritates, et celeritatum logarithmos Hyperbolicos Unitatem primariam habentes maximam celeritatem. Re autem ad spatia seu loca sive l revocata, erunt t aequ. $a - \sqrt{al} - 2a \int -\frac{1}{2} \frac{dl}{\sqrt{al}} : a - \sqrt{al}$ seu t aequ. $a - \sqrt{al} - a \int \overline{dl} : \overline{\sqrt{al} - l}$. Sed de signis accuratius constituendum.

1f. percurrentorum (1) seu celeritas quam corpus H acquisit[!] in $3H$ (2) $1Q_3Q$, $1Q_2Q$. L 3 Videamus (1) et (2) jam L 3 sit (1) ratio (2) inter tempora et spatia relatio, L 3f. adhuc (1) acquirendae (2) deficientes L 4 $4Q_4R$ L ändert Hrsg. 6f. ergo | semi gestr. | parabolico Trilineo | concavo ändert Hrsg. | $1Q_4Q_4R_1Q$ L 7 quadratum (1) $1Q_4Q_4R_4S$ (2) | $1Q_4Q_4R_4X$ ändert Hrsg. | et (a) ducantur ipsae in (b) sit latus L 10f. loco (1) RX seu c aeq. \sqrt{aca} [11 v°] (2) | R_3X ändert Hrsg. | seu c aequ. $QX - 3Q_3R$ L 12 summa: (1) Sit: (2) $a - \sqrt{al}$ aequ. c L 17f. Sed de signis accuratius constituendum. erg. L

10 $\int \overline{\frac{c}{a} dt}$: a ist offenbar die Seite $1Q_1X$ des Quadrats $1Q_4Q_4R_1X$ bzw. die maximale Geschwindigkeit, die der Körper H in $1Q$ zurückgewinnt. 16f. t aequ. [...] $a - \sqrt{al} - a \int \overline{dl} : \overline{\sqrt{al} - l}$: Die Gleichung heißt eigentlich: $t = 2(a - \sqrt{al}) + a \int \frac{dl}{a(\sqrt{al} - l)}$.

Hinc patet variantibus spatiis l tempora quoque t variari, adeoque ad restitutionem corporis tensi, corporis tendentis rejectione oneratam, alio atque alio tempore opus fore, prout magis minusve ab eo tensum est. Sed tamen alias si bene memini demonstravi corpus tensum si inter restituendum nullo modo oneratum intelligatur, seu si abstrahatur animus a pondere naturaliter ei adhaerente, sese eodem semper tempore restituturum.

5

Caeterum video tamen hic magnam esse difficultatem. Nam cum semper mole suae materiae oneratum sit, videtur perinde esse ac si eam rejicere conaretur. Itaque perinde est ac si fingatur ab ejus incursu fuisse tensum. Et licet exiguum admodum ponatur pondus, tamen res eodem redit, quia tanto majore celeritate fingi debet tetendisse. Ergo tanto majorem celeritatem ei communicabit.

10

Itaque re recte considerata, in eo a me peccatum videtur quod supposui Elastrum se restituens vim eodem modo reddere corpori cuius impulsu tensum fuerat, quo eam ab eo accepit. Ita enim sequetur arcum (si is illapsu sagittae tensus ponatur) quolibet momento impulsus totam vim quam Elastrum perdidit, accipere, cum tamen ipsa materia arcus etiam plurimum de impetu concepto retineat; eoque ipso ad celeritatem mox secuturae 15 residue detensionis seu restitutionis augendam contribuat. In quo interest inter sagittam et onus naturaliter adhaerens ipsi elastro, seu materiam chordae, hoc onus enim impetu concepto [quem] elastrum perdidit, restitutionem tamen adhuc promovet. At sagitta hoc non facit, nisi arcui alligata ponatur, et impetum acceperit majorem eundi, quam ipsae partes arcus vel chordae quibus alligata est; nam si minorem, ut solet, potius retardat. 20 Absolute tamen loquendo semper tardat, quicquid arcum onerat magis. At materia ipsa ex qua arcus componitur tanto minus onerat, quanto purius elastica est.

1–3 patet (1) variantibus (2) crescentibus (3) variantibus spatiis | l erg. | (a) variari (b) tempora quoque t (aa) crescere (bb) variari, (aaa) seu (bbb) seu majore tempore fore (ccc) adeoque | opus streicht Hrsg. | ad restitutionem [...] corporis tendentis (aaaa) restituti (bbbb) rejectione oneratam, (aaaaa) prout id majore (bbbb) alio atque [...] tensum est. L 8 fingatur (1) ab ea ini (2) ab ejus incursu L 8 admodum (1) videatur (2) ponatur L 13f. sequetur (1) ipsum totum impetum conceptum (2) arcum (si [...] perdidit, accipere, L 16 contribuat. (1) Itaque quo mi (2) In quo interest L 17 chordae, (1) ea (2) hoc | onus erg. | enim L 18 quam L ändert Hrsg. 19 facit, (1) impetus enim ab ea conceptus, etiam si arcui alligata (2) nisi arcui [...] et impetum (a) habeat ma (b) acceperit majorem eundi, L 20 partes (1) chordae quibus alli (2) arcus vel chordae quibus alligata L

3 alias [...] demonstravi: Vermutlich Anspielung auf N. 85 (S. 63.10–17) und N. 9 (S. 74.18–76.8). In diesen Entwürfen hatte Leibniz im Dezember 1680 den Isochronismus der *restitution omnimoda* einer schwingenden Saite geometrisch nachzuweisen versucht. Die Formulierung *si bene memini* deutet jedenfalls auf einen bereits einige Jahre alten Beweisgang hin. Dem Isochronismus der Schwingungen widmete sich Leibniz auch in späteren Entwürfen wie N. 322 und N. 321 (1690 bis 1695).

28. DE MOTU ELATERII SE RESTITUENTIS

[Anfang August – zweite Hälfte November 1689]

Beide folgenden Aufzeichnungen N. 28₁ und 28₂ sind auf demselben Träger (dem Oktavbogen LH XXXV 14, 2 Bl. 161–162) überliefert und erweisen sich auch inhaltlich als eng miteinander verbunden. In beiden Fällen handelt es sich um die mathematische Beschreibung der verzögerten Bewegung, mit der sich ein gespannter elastischer Körper zusammenzieht; dieser Körper wird in N. 28₁ als eine Saite (*chorda*) beschrieben. Aufgrund der gemeinsamen Überlieferung und der thematischen Verbindung bietet sich an, N. 28₁ und 28₂ zusammenhängend zu edieren.

Auf Bl. 162 r^o ist ein von der Aufzeichnung N. 28₁ überschriebenes Satzfragment überliefert, das wohl den ersten Entwurf eines Briefes darstellt, den Leibniz am 6. August 1689 aus Rom an C. Gudenus, kurmainzischen Residenten in Wien, sendete (*LSB I*, 5 N. 250; auf S. 46.8–10 kommt eine nahezu gleiche 10 Formulierung wie im Satzfragment auf Bl. 162 r^o vor). Der Träger der Texte N. 28₁ und 28₂ weist zudem das gleiche Wasserzeichen wie die Handschrift LBr 425 Bl. 57–58 auf, welche das vollständige Konzept des Briefes an Gudenus überliefert. Hieraus lässt sich schließen, dass die Texte N. 28₁ und 28₂ zwischen Anfang August 1689 und spätestens Leibnizens Abreise aus Rom – vermutlich am 21. November desselben Jahres (*Chronik*, S. 98) – entstanden sind, wahrscheinlich aber noch etwa zu der Zeit, als der 15 Brief an Gudenus abgefasst wurde. Dagegen ist unwahrscheinlich, dass Leibniz den Oktavbogen nach Oberitalien mitgenommen hätte, wenn dort die Aufzeichnungen N. 28₁ und 28₂ nicht schon gestanden hätten.

Mit Blick auf die relative Chronologie ist anzunehmen, dass gemäß der Anordnung der zwei Texte auf ihrem gemeinsamen Träger N. 28₁ wohl als erster verfasst wurde. Schließlich gilt es zu bemerken, 20 dass beide Aufzeichnungen eine besondere inhaltliche Verwandtschaft mit N. 25 *De restitutionis potentia* aufweisen. Auch dort steht die verzögerte Bewegung eines sich zusammenziehenden elastischen Körpers im Mittelpunkt der Betrachtung; und auch N. 25 knüpft ausdrücklich und mit Tadel auf R. Hookes elastizitätstheoretische Ausführungen an.

28₁. CHORDAE EXTENSAE RESTITUTIONIS VELOCITAS**Überlieferung:**

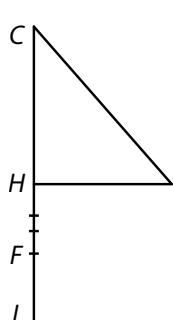
L Aufzeichnung: LH XXXV 14, 2 Bl. 161–162. Ein Bogen 8°; Fragment eines Wasserzeichens auf Bl. 162: italienisches Papier. Eine Seite auf Bl. 162 r° und fünf Zeilen auf Bl. 161 v°. Bl. 162 v°, 161 r° und 161 v° überliefern N. 28₂. Bl. 162 r° überliefert ferner, quer zur Schreibrichtung und überschrieben, folgendes mit dem Briefkonzept *LSB I*, 5 N. 250 zusammenhängendes Textfragment: *HochEdler gestrenger, mein sonders Hoch-geehter Herr, daß M. h. H. Resident sich nebenst denen werthen angehörigen in guther gesundheit [Text bricht ab.]*

[162 r°] Chorda *CH* extensa in *CHL*, impressiones restituendi sunt ut ipsae *HL*. Examinate etiam operae pretium videtur, quae sit cuiusvis puncti in *CL*, se recta [restituente] 10 seu in se ipsam [contrahente] velocitas. Manifestum autem est, ipso *H* conante versus *C*, hinc et *HL* conatum eundem recipere versus *C*, et praeterea *L* habere motum aliquem proprium. Semper recta aequaliter tensa est. Ponamus [eam] constare ex particulis non tendilibus sed firmis per fila tendibilia connexis, sint partes firmae 12, 34, 56, 78, fila 23, 45, 67. Jam semper fila sunt aequalia inter se, etsi diminuta, ut in statu 10, 20, 30, 15 40, 50, 60, 70, 80, distantia.

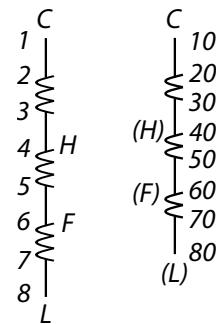
Ante omnia[,] fila ponatur in restitutione prorsus subintrare in corpora solida. Ergo summa filorum est ad summam solidorum, ut est *HL* ad *CL*. Sit facta restitutio et ponatur summa filorum esse diminuta, seu divisa per ω , erit quodlibet filum divisum per ω , motus ipsius *L* erit $HL : \omega$. Sed motus alterius puncti *F* erit ut summa filorum inter ipsum et *C*, 20 divisa per ω , est autem summa filorum in *CF* ad summam filorum in *CL*, ut *CF* ad *CL*, et summa filorum in *CL* est *HL*, ergo summa filorum in *CF* est ad *HL*, ut *CF* ad *CL*, seu summa filorum in *CF* est $HL \cdot CF : CL$. Quae divisa per ω dat progressum ipsius *F*, seu progressus ipsius *F* est $HL \cdot CF : \overline{CL \cdot \omega}$, et [progressus] ipsius *L* est $HL : \omega$. Ergo motus

9 sunt | reciproce *gestr.* | ut *L* 9f. ipsae *HL*. (1) Examinare operae (2) Examinare etiam operae *L*
10 sit (1) quovis (2) cuiusvis *L* 10 restituentis *L ändert Hrsg.* 11 contrahentis *L ändert*
Hrsg. 11 est, (1) velo (2) *H* tendente versus (3) ipso *H* conante versus *C*, *L* 12 versus *C*,
(1) nisi quatenus (2) et praeterea (a) | *L erg.* | habere (b) *L* habere *L* 13 eam *erg. Hrsg.* 14 78,
(1) parte (2) fila *L* 16 80, | sit *gestr.* | distantia. *L* 18 ad *CL*. (1) Sit (a) differentia (b) ipsius
L (2) Sit translatus (3) Sit facta restitutio *L* 19 diminuta (1) in ratione 1 : ω , erit (2), seu divisa
per ω , erit *L* 20 erit (1) ad (2) ut *L* 20 filorum (1) ante (2) inter *L* 24 progressus
L ändert Hrsg.

puncti F est ad motum puncti L , ut CF ad CL , et aggregatum potentiae erit factum ex mobili in quadratum velocitatis. Quod ut fiat[,] et quia mobilia revera hic sunt firma tantum corpora, neglectis filis ut mole parentibus ideo applicemus tantum ad CH , seu CH eodem modo dividamus ut CL , et quadrata distantiarum a C ubique applicemus[,]
5 aggregatum horum erit potentia in L , sunt autem haec aggregata ut cubi CL , CF etc. et praeterea, ut $1 : \omega$, $1 : (\omega^2)$ etc. Porro differentiae harum velocitatum, impressionesve novae quolibet tempore, sunt ut potentiae seu ut tensiones, hinc res porro definire licebit.



[Fig. 1]



[Fig. 2]

Auf Bl. 161 v^o, auf das Diagramm [Fig. 1] bezogen: Si moveatur L velocitate ut CL , et F , velocitate ut CF facile est invenire centrum agitationis seu punctum ut F cuius velocitas ducta in velocitatem omnium, aequatur ex facto singulorum in suas velocitates. Videndum an id sit id ipsum quod si sistatur, sistuntur omnia, si ponuntur lineis rigidis connexa.^[a] Imo id non est centrum gravitatis (cui) aequatur.

[a] connexa. (1) Imo (a) aliud (b) id (2) Imo id L

1 ad CL , (1) porro to (2) et si velocitatem ponamus esse (3) et aggregatum potentiae erit L 4–7 ut CL , (1) et quadrata distantiarum a C ubique applicemus, vel quod idem est in eo (2) et quadrata distantiarum a C (a) ubique applicemus quae sunt (b) ubique applicemus aggregatum horum (aa) seu cubus CH erit potentia in L , seu cubus (bb) erit potentia [...] CL , CF etc. (aaa) ergo horum (aaaa) differentia (bbbb) differentiae potentia in statu L , foret ut cubus CL , in statu F ut cubus CF , si velocitates semper eodem (bbb) et praeterea, ut $1 : \omega$, $1 : (\omega^2)$ etc. (aaaa) Sed potentiae unitae sunt ut tensiones seu ut HL et HF , ergo hi cubi multiplicati per diversa $1 : \omega^2$, erunt ut tensiones seu $CL^3 : \omega^2$ ad $CF^3 : (\omega^2)$ ut HL ad HF . Sed hinc datur ratio velocitatum, sed fiunt ipsae (ω^2) in ratione ut $CF^3 : HF$. Verum (bbbb) Porro differentia [...] quolibet tempore, (aaaaa) ut (bbbb) sunt ut [...] ut tensiones, (aaaaa-a) seu ut (bbbb-b) hinc res porro definire licebit. L

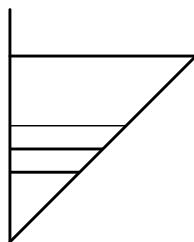
28₂. DE MOTU ELATERII SE RESTITUENTIS**Überlieferung:**

L Aufzeichnung; LH XXXV 14, 2 Bl. 161–162. Ein Bogen 8°; Fragment eines Wasserzeichens auf Bl. 162: italienisches Papier. Drei Seiten; Textfolge: Bl. 162 v°, 161 r° und 161 v°. Auf Bl. 161 v° und 162 r° ist N. 28₁ überliefert; auf Bl. 162 r° zudem ein mit dem Brief *LSB I*, 5 N. 250 zusammenhängendes Textfragment (oben, S. 321.6–8). 5

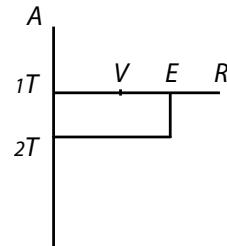
[162 v°]

De motu Elaterii se restituentis

dv sunt ut spatia residua seu dv ut $c^{ds} - s^{ds}$. Ergo v ut $cs - \frac{1}{2}ss$. Ergo dt ut $ds : cs - \frac{1}{2}ss$.
 $d\bar{t} \overline{c-s} = dds$ seu $dds : \overline{c-s} = d\bar{t} ds$ seu $dt = d\overline{ds} \cdot d\bar{s} : \overline{c-s}$. Aliter: AT sit tempus[,] spatium residuum sit TR . Conatus impressus novus percurrendi elementum spatii, ER , 10 erit ut TR . Et integra velocitas est ut $\int \overline{TR} dt$. Quae est ut ER . Ergo fit ER ut $\iint ER$



[Fig. 1]



[Fig. 2]

7f. restituentis (1) Spati (2) Velocitates sunt ut spatia (a). Ergo (b). Jam (c) seu v ut s . Jam $d\bar{s}$ (aa) ut dv (bb) ut $d\bar{t} v$. Ergo dt ut $d\bar{s} : s$. (aaa) Cumque (bbb) In casu velo (3) dv sunt [...] ut $c^{ds} - s^{ds}$. (a) Jam (b) Ergo v ut $cs - \frac{1}{2}ss$. (aa) Ergo (aaa) dt (bbb) t ut (bb) Ergo (aaa) dt ut (bbb) dt ut L 10f. sit TR . (1) Ponamus tempus in aequales partes esse divisum $1T2T$ (2) Con (3) Ponamus tempus (4) Conatus impressus | novus erg. | percurrendi elementum spatii, ER , (a) erit ut $1T2T$ (aa) conatus int (bb) seu si (b) erit ut TR . Et | jam gestr. | integra L 11 fit (1) ER ut (2) ds (3) ER ut L

seu ut $\int TR$. Seu si sit spatium residuum $c - s$, fiet $ER = -ds$, et fiet $-ds$ ut $\int \overline{c-s} dt$ et $d\overline{s} : \overline{c-s}$ ut $d\bar{t}$. Quae aequatio a priore diversa est, non igitur consentient Hookiana cum meis. Eadem si pro spatio adhibeantur gradus dimensionis. [161 r°]

Problema hujusmodi Transcendentium, quaeritur series in qua ds ut s , vel ds ut
5 1 : s^e . Solvi posse constat, sed supersunt adhuc solvenda problemata in quibus dds ut
1 : s^e , vel aliter, seu in quibus $d\overline{s} s^e$ ut dt . Ponuntur autem dt progressionis arithmeticæ,
alioqui nec intelligeretur satis problema, essetque indeterminatum.

$$\begin{aligned} \text{Sit } s &= 10t^0 + 11t^1 + 12t^2 + 13t^3 \text{ etc.} \\ \text{erit } ds &= 11 + 2 \cdot 12t + 3 \cdot 13t^2 \text{ etc.} \\ 10 \text{ et } dds &= + 1 \cdot 2 \cdot 12 + 2 \cdot 3 \cdot 13t + 3 \cdot 4 \cdot 14t^2 \text{ etc.} \\ \text{et } d\overline{s} \cdot s - 1 &= -1 \\ &\quad 1 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 10 + 2 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 10t + 3 \cdot 4 \cdot 14 \cdot 10t^2 + 4 \cdot 5 \cdot 15 \cdot 10t^3 \\ &\quad 1 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 11t + 2 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 11t^2 + 3 \cdot 4 \cdot 14 \cdot 11t^3 \\ &\quad 1 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 12t^2 + 2 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 12t^3 \text{ etc.} \end{aligned}$$

15 ergo $12 = 1 : \overline{1 \cdot 2 \cdot 10}$

et $13 = -11 : \overline{2 \cdot 3} \cdot 10^2$

et $14 = -2 \cdot 3$ [Text bricht ab.] [161 v°]

$$\begin{aligned} 20 dds = c - s \text{ fiet} \\ &\quad + 1 \cdot 2 \cdot 12 + 2 \cdot 3 \cdot 13t + 3 \cdot 4 \cdot 14t^2 + 4 \cdot 5 \cdot 15t^3 \text{ etc.} \\ &\quad + c - 11t - 12t^2 - 13t^3 \text{ etc.} \left. \right\} = 0 \\ &\quad - 10 \end{aligned}$$

Si fiet $c = 10 = 1$ et $11 = 1$, fiet $12 \cdot 14 \cdot 16 = 0$, $13 = 1 : \overline{2 \cdot 3}$ et $15 = 1 : \overline{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}$
et $17 = 1 : \overline{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}$ et fiet $s - 1 = \frac{t^1}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{t^3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{t^5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}$ vel si
ponamus $11 = -1$ fiet $1 - s = \frac{t}{1 \cdot 2 \cdot 3}$ etc.

1 Seu (1) fiet (2) si sit [...] $c - s$, fiet L 1f. $\int \overline{c-s} dt$ (1) seu $-dds$ ut $\overline{c-s} dt$. Ergo pro ds ponendo
(a) dt (b) ωdt (aa) fiet (bb) et dt (cc) et $\int \overline{\omega dt} = s$ fiet $-d\overline{\omega} = (aaa) \overline{c-s} dt$. (bbb) $c - \int \overline{\omega dt} dt$ et $-dd\omega =$
(2) et $d\overline{s} : \overline{c-s}$ ut $d\bar{t}$. L 4 Transcendentium, (1) ut sint d (2) quaeritur series in qua ds L
6 progressionis (1) geometricæ (2) arithmeticæ, L

2 Hookiana: Wohl Anspielung auf R. Hooke, *Lectures de potentia restitutiva*, London 1678, S. 16–22.
Hierauf bezieht sich Leibniz kritisch auch in N. 25, S. 301.5–7.

Melius sumamus $- ds$ ut $\int \overline{\overline{c - s}}$, fiet $s = 10t^0 + 11t^1 + 12t^{[2]}$

$$\left. \begin{aligned} -ds &= -1 \cdot 11 - 2 \cdot 12t - 3 \cdot 13t^2 - 4 \cdot 14t^3 - 5 \cdot 15t^4 \text{ etc.} \\ &\quad + \frac{10}{1}t + \frac{11}{2}t^2 + \frac{12}{3}t^3 + \frac{13}{4}t^4 \text{ etc.} \end{aligned} \right\} = 0$$

$$-c = -c \dots$$

$$\begin{aligned} \text{Sic sit } c &= \pm 1 \quad \text{sit } 10 = (\pm)[1] \quad \text{fiet } 11 = \pm 1 \quad 12 = (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2} \quad 13 = \pm \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \quad 5 \\ 14 &= (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \quad 15 = \pm \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \quad 16 = (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6}. \quad s = (\pm) 1 \pm \frac{1}{1}t \\ (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2}t^2 &\pm \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3}t^3 \quad (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}t^4 \text{ etc.} \end{aligned}$$

Ex his variatis quaerendum quid eligendum etc.

$$\begin{aligned} 1^2 \text{ erg. Hrsg.} \quad 2f. -5 \cdot 15t^4 \text{ etc. (1)} s + 10 + 11t + 12t^2 + 13t^3 + 14t^4 + \int \overline{s} = c \quad (2) + \frac{10}{1}t L \quad 5 \quad c = \pm 1 \\ (1) \text{ fiet (2) sit } 10 = (\pm) | 1 \text{ erg. Hrsg. | fiet } L \quad 5 \quad 12 = (\pm) \frac{1}{1 \cdot 2} \quad (1) 13 = \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \quad (2) 13 = \pm \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} L \end{aligned}$$

29. RATIO TENSIONIS ET LONGITUDINIS IN CHORDIS VEL FUNIBUS
 [Ende Dezember 1689 – Frühjahr 1690 (?)]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 14, 2 Bl. 47. Ein Zettel ($10,7 \times 10,1$ cm), ursprünglich mit LH XXXV 14, 2 Bl. 46 zusammenhängend; Fragment eines Wasserzeichens: italienisches Papier. Zwei Seiten; Bl. 47 v° überliefert ferner die Diagramme [Fig. 2] und [Fig. 3] von N. 30.

5

10

15

15

Datierungsgründe: Der Träger der vorliegenden Aufzeichnung hing ursprünglich mit LH XXXV 14, 2 Bl. 46 zusammen, einem Bogen, der einen Teil von N. 30 sowie einen noch in *LSB VIII* zu edierenden Auszug aus Galileis *Discorsi* überliefert. Auf Bl. 46 findet sich dasselbe Wasserzeichen wie auf weiterem Papier, das Leibniz während seines Aufenthalts in der italienischen Stadt Modena von Ende Dezember 1689 bis Anfang Februar 1690 (*Chronik*, S. 99–101) verwendete, etwa bei den ersten Fassungen des Textes N. 31 (siehe die Datierungsgründe, S. 331). Wie im Fall von N. 31 könnten Gespräche mit dem dortigen Mathematiker G. B. Boccabadi die in N. 29 überlieferten Ausführungen über das Verhältnis zwischen Spannkraft und Dehnung einer Saite bzw. eines Seils veranlasst haben. Leibniz könnte aber auch nach seiner Abreise aus Modena den Zettel abgeschnitten und N. 29 verfasst haben. Die Verwendung des genannten Papiers im Leibniz-Nachlass ist nach heutigem Kenntnisstand nämlich insgesamt für den Zeitraum von Ende Dezember 1689 bis Januar 1691 belegt. Da Leibniz sich aber bereits in den Monaten zuvor wieder intensiv mit elastizitätstheoretischen Fragen befasst hatte, wie N. 28₁, 28₂ und 27₂ zeigen, ist wahrscheinlich, dass auch N. 29 in einem näheren Zeitraum entstand, d.h. wohl während seines Aufenthalts in Modena oder wenig später. Daraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierung.

20

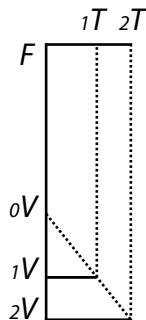
[47 r°] Sit funis *FV*, cuius status naturalis *F.oV* violenti *F.1V*, *F.2V*.

Ponamus Tensiones seu vires in singulis funis punctis esse proportionales accessoriibus *oV1V* quia quaelibet portio [quantulacunque] funis accessionem recepit proportionalem accessioni totius funis.

25

Pondera chordas tendentia sunt ut rectangula *TFV*, seu in ratione composita longitudinum et tensionum. Itaque stante dicta hypothesi; pondera funes tendentia forent in ratione composita longitudinum et longitudinis accessionum. Sit funis longitududo naturalis *f*, accessoria *v*, fiet pondus tendens ut $\overline{f+v} v$, seu ut *fv* + *vv*, sed cum *v* sit parva comparatione ipsius *f*, hinc circiter pondera eandem chordam tendentia erunt ut *fv*, id est ut *v*, id est ut tensiones.

20 *F.oV* (1) tensi (2) violenti *L* 22 quantalacunque *L ändert Hrsg.* 28 circiter (1) funes
 (2) pondera eandem chordam tendentia *L* 29–S. 327.1 tensiones. (1) Si (2) Ita *L*



[Fig. 1]



[Fig. 2]

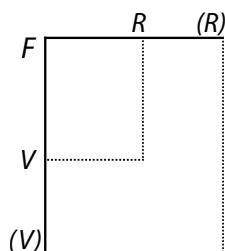
Ita videtur prima fronte, sed difficultas est [47 v°] in arguento, sciendum enim est non tantum chordam integrum sed et quamvis partem ejus, totum pondus sustinere. Potentia igitur chordae aestimanda est pondere ducto in descensum seu est in ratione composita ponderis et ejus descensus, hoc est ponderis et tensionis. Itaque ratiocinatio paginae praecedentis in eo manca est, quod pondus consideravit ut totam potentiam, et cuilibet parti funis tensi partem sustinendi ponderis assignavit. Porro manifestum est si duae sint chordae per omnia similes et aequales, ut aequaliter tendantur longiorem tanto magis extendi, seu pondus tanto magis descendere [quanto] chorda longior est. Sunt ergo descensus ponderum ut longitudines chordarum. Hinc sequitur porro pondera esse ut tensiones. Nam vires sunt in ratione composita ponderum et [descensuum]; eadem vires sunt in ratione composita longitudinum et tensionum, quia tensio applicatur longitudini ubique seu quaelibet pars longitudinis aequa tensa est, et vis omnis in tensione eaque per funis longitudinem repetita consistit. Jam descensus ponderum sunt ut longitudines chordarum. Ergo pondera sunt ut tensiones. In notis: Vis v , pondus p , descensus d , tensio θ , longitudo l . v ut pd . rursus v ut θl . Ergo d ut θl . Jam habemus l ut d . Ergo fit p ut θ . Idque aliunde praedici posse videbam. Cum tensio eadem idem pondus sustineat quaecunque sit longitudo chordae.

Si jam ponamus vibrationum celeritates esse tanto maiores quanto chorda ejusdem tensionis est brevior; et rursus ut eadem existente longitudine tonus fiat duplo acutior,

2f. sustinere. (1) Itaque factum (2) Potentia igitur L 3f. seu est (1) in com (2) in ratione composita (a) longitudinis et tensionis seu excessus ad descensum (b) ponderis | et streicht Hrsg. | et ejus [...] et tensionis. L 6 Porro (1) hinc eis (2) manifestum est L 8 quando L ändert Hrsg. 10 descendum L ändert Hrsg. 13 ponderum erg. L 19 ut (1) vibrationes esse (2) tonum esse (3) eadem existente longitudine tonus fiat L

5 seu vibratio duplo celerior, debere pondus esse quadruplum, adeoque et tensionem. Ideo habemus celeritatem vibrationum in ratione composita ex duplicata ponderum seu tensionum et reciproca simplice longitudinum, seu fit c ut $pp : l$, seu ut $pp : d$, seu ut $\theta : l$, seu ut $\theta\theta : d$, seu ut $v\theta : ll$; cl ut $\theta\theta$. Verum celeritas non solum tempore aestimanda sed et spatio.

[Auf Bl. 47v^o, quer zur Schreibrichtung und überschrieben:]



[Fig. 3]

1 seu (1) chorda (2) vibratio L 4 cl ut $\theta\theta$ | et ut $\theta^4 \cdot ll$. Ergo: cl ut θ^4 gestr. | . Verum L

[Fig. 3]: Das Diagramm ist wohl ein Entwurf zu [Fig. 1] auf S. 327.

30. ZEICHNUNGEN ZUR BRUCHFESTIGKEIT

[Ende Dezember 1689 – Frühjahr 1690 (?)]

Überlieferung:

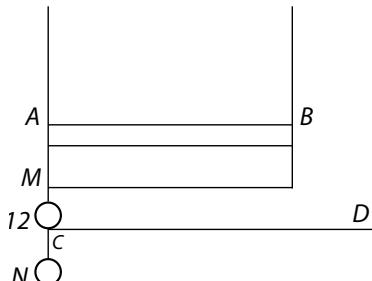
L Zeichnungen: LH XXXV 14, 2 Bl. 46 und LH XXXV 14, 2 Bl. 47. Ein unregelmäßig beschrittener und seitlich gerissener Bogen 4° (Bl. 46) und ein davon abgeschnittener Zettel (Bl. 47; 10,7 x 10,1 cm); ein Wasserzeichen auf Bl. 46 und ein Fragment hiervon auf Bl. 47; italienisches Papier. Zwei Seiten: auf Bl. 46 v° sind die Diagramme [Fig. 1] und [Fig. 4] bis [Fig. 9] sowie zwei nicht wiedergegebene Entwürfe überliefert; auf Bl. 47 v° die Diagramme [Fig. 2] und [Fig. 3]. Ferner finden sich auf Bl. 46 r° Auszüge aus Galileis *Discorsi* (die noch in LSB VIII zu edieren sind) und auf Bl. 47 das Stück N. 29.

5

Datierungsgründe: Die Verwendung des Papiers, auf dem das vorliegende Stück N. 30 überliefert ist, ist im Leibniz-Nachlass nach heutigem Wissensstand lediglich für den Zeitraum zwischen Ende Dezember 10 1689 und spätestens Januar 1691 belegt (siehe die Datierungsgründe von N. 29, S. 326). Die zu N. 30 gehörigen Zeichnungen [Fig. 2] und [Fig. 3] wurden aber bei der Abfassung der mit überlieferten Aufzeichnung N. 29 überschrieben. Folglich muss N. 30 zwischen Ende Dezember 1689 und der Abfassung von N. 29 entstanden sein. Daraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierung.

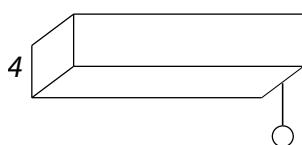
[46v°]

15

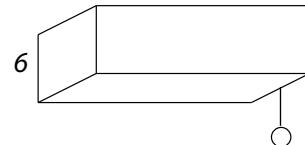


[Fig. 1]

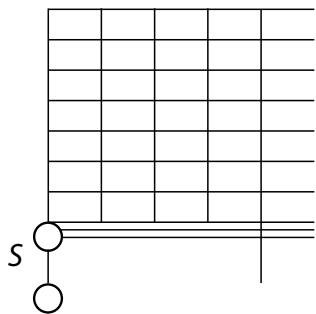
[47 v°]



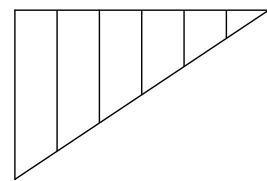
[Fig. 2]



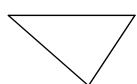
[Fig. 3]

[46v^o]

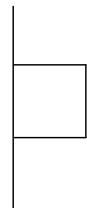
[Fig. 4]



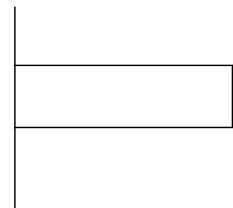
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

$$3 \boxed{\cdot} \qquad \frac{9}{16} \qquad 4 \boxed{\cdot} \qquad \frac{16}{32}$$

$$4 \boxed{\cdot} \qquad \frac{6}{36} \qquad \frac{72}{72}$$

[Fig. 9]

31. APPENDIX DE VI ABSOLUTA

[Januar – April 1690]

Während seiner Italienreise hielt sich Leibniz von Ende Dezember 1689 bis zum 2. Februar 1690 in Modena auf (*Chronik*, S. 99–101). Bei dieser Gelegenheit lernte er unter anderen auch den Mathematiker G. B. Boccabadi kennen, welcher damals an einer (nie veröffentlichten und heute verschollenen) Abhandlung *De conatu mechanico* arbeitete. Obwohl Boccabadi nie zu einem festen Korrespondenten Leibnizens wurde, diskutierten beide Gelehrte Anfang 1690 über Fragen der Elastizität, wie Leibniz selbst in einem Brief an B. Ramazzini vom 25. Februar 1690 bezeugt: *In literis ad Dn. Boccabadatum quaedam attigi de Motus Tonici aestimatione* (LSB III, 4 N. 239, S. 467.11–12; die von Leibniz erwähnten Briefe an Boccabadi sind nicht ermittelt). Auch in einem verschollenen Brief an C. Marchesini vom Frühjahr 1691 soll Leibniz auf einen im vorherigen Jahre erfolgten Gedankenaustausch mit Boccabadi hingewiesen haben, bei dem es sich um die Prinzipien der Mechanik und insbesondere um Boccabadi's Absicht, 10 *il tutto alla tensione e alla pressione zurückzuführen*, gehandelt habe (siehe Brief von Ramazzini an A. Magliabechi vom 3. Mai 1691, in B. RAMAZZINI, *Epistolario*, Modena 1964, S. 98).

Die Annahme liegt nahe, dass die von der Spannungskraft elastischer Körper handelnde Notiz N. 311 im Rahmen des Gedankenaustausches mit Boccabadi entstand, und zwar vermutlich noch zu der Zeit, als Leibniz in Modena verweilte. Der italienische Mathematiker wird im Text nämlich gleich 15 zu Beginn erwähnt; zudem liegt im Textträger von N. 31 dasselbe Wasserzeichen wie in Briefen vor, die Leibniz während seines Aufenthaltes in Modena versandte: etwa am 31. Dezember 1689 an Magliabechi, am 1. Januar 1690 an Herzog Franz II. von Modena und im Januar 1690 an Marchesini (LSB I, 5 N. 275 bis N. 277).

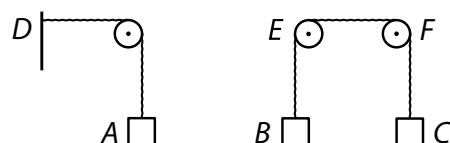
In unmittelbarem Anschluss hieran entstand höchstwahrscheinlich auch das Konzept N. 31₂, L¹. 20 Denn der dort überlieferte Text ist offenbar eine Entfaltung desselben Gedankens, der zunächst in der Notiz N. 311 aufgezeichnet worden war. Ferner ist im Textträger von N. 31₂, L¹ das gleiche Wasserzeichen anzutreffen wie im Textträger von N. 311. In einer gestrichenen Variante von N. 31₂, L¹ wird überdies auf einen der oben erwähnten, verschollenen Briefe an Boccabadi verwiesen (siehe den textkritischen Apparat zu S. 335.4–5). Eine Datierung des Konzeptes N. 31₂, L¹ auf Leibnizens Aufenthalt in Modena 25 schlägt – mit Hinweis auf den Austausch mit Boccabadi – auch A. ROBINET, *Iter Italicum*, Florenz 1988, S. 346 f. und S. 458, vor.

Die Reinschrift N. 31₂, L², die auf dem Konzept N. 31₂, L¹ beruht, ist auf einem Papierbogen abgefasst, dessen Wasserzeichen das Wappen der Abtei zu Thierhaupten (bei Augsburg) aufweist. Leibniz hielt sich in Augsburg und Regensburg im April 1690 auf dem Weg von Venedig nach Wien auf (*Chronik*, 30 S. 102 f.). Die Reinschrift N. 31₂, L² entstand aller Wahrscheinlichkeit nach zu dieser Zeit.

31₁. ANNOTATIO DE VI ABSOLUTA**Überlieferung:**

L Notiz: LH XXXV 14, 2 Bl. 48. Ein Zettel (9,3 x 9,9 cm); Fragment eines Wasserzeichens: italienisches Papier. Eineinhalb Seiten. Unlesbar gestrichener Text in der siebten und achten Zeile von Bl. 48 r°.

5 [48 r°]



[Fig. 1]

Dn. Boccabadatus putat, pondus *A* tendens chordam aequale esse ponderi *B* vel ponderi *C* aequalibus, chordam tantundem tendentibus, quia, pondere *A* subeunte vicem ponderis *C*, ipse paries subeat vicem ponderis *B*. Idque ita a me demonstratur[:] rigidescat portio chordae, *EF*, manifestum est nihil inde mutari tensionem manentibus ponderibus *B* et *C*. Jam *EF* pro pariete haberi potest, et nihil refert quae sit longitudo chordae. Tantundem igitur chordam tendit pondus *B* solum[,] quantum pondera *B* et *C* aequalia nitentia in contrarias partes. Quod elegans est paradoxum. Sed hinc non sequitur quod ille concludit[,] aequalem esse chordae tensae vim duplo [ponderi] a quo tenditur[:] nam, si pro chorda fingamus liquidum tendibile posset per diversos embolos, a diversis ponderibus [48 v°] simul [tendi], nec ideo minus tendet unum [quam] plura, ob eandem



[Fig. 2]

8 ponderis *B*. (1) *Ego -- tensio, -- quod tubus et -- sent-* (2) Idque ita | a me erg. | demonstratur *L*
 11 tendit (1) vis *B*, e (2) pondus *B* *L* 13 pondere *L ändert Hrsg.* 15 tendit *L ändert Hrsg.*
 15 unum (1) quantum aliud (2) | quantum ändert *Hrsg.* | plura, *L*

rationem. Igitur idem dicendum de compressione. Nec magis aer in *AB* comprimetur a pondere *AC* clauso foramine *B*, quam a ponderibus *AC* et *BD* simul. Et idem est si pluribus adhibitis exitibus plura adhuc pondera adhibeantur[;] tantum enim unum facit quantum infinita.

31₂. APPENDIX DE VI ABSOLUTA**Überlieferung:**

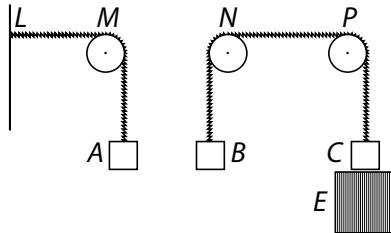
- ⁵ *L¹* Konzept: LH XXXV 10, 17 Bl. 7–8. Ein Bogen 8°; Fragment eines Wasserzeichens auf Bl. 8: italienisches Papier. Vier stark bearbeitete Seiten; Tintenwechsel ab der zweiten Zeile von Bl. 7 v°. Das Diagramm [Fig. 2] ist in zweifacher Anfertigung (auf Bl. 7 v° und 8 r°) überliefert.
- L²* Reinschrift von *L¹* mit Verbesserungen: LH XXXV 10, 17 Bl. 5–6 (unsere Druckvorlage). Ein Bogen 4°; ein Wasserzeichen mittig: Papier der Klostermühle zu Thierhaupten. Drei Seiten; Bl. 6 v° ist leer.

[5 r°] Clarissimus quidam Mathematicus in libro quem molitur *de Conatu Mechanico*, optime asserit, non magis tendi chordam a duobus ponderibus aequalibus in diversa trahentibus, quam ab uno eorum solo eandem chordam muro affixam trahente. Et sane (mea sententia) pondus oppositum vicem muri subit; sufficit enim tantam id vim habere, ut a pondere priore [chorda] non trahi patiatur, seu ut chorda integra moveri non possit, alioqui tensio eluderetur. Et ex pondere illo retinente, murum facere, nihil aliud est quam in ipso potentiam resistendi augere, non aucta ipsius potentia trahendi. Quod idem est ac si pondus fieret immensum, sed ei supponeretur sufficiens sustentaculum, ut

9 *L¹, am Rand:* So kan es abgeschrieben werden als appendix de vi absoluta.

9f. [7 r°] | Cl.^{mus} (1) B⟨occabada⟩tus Mutinensium (2) quidam Mathematicus [...] molitur *de Conatu Mechanico* optime asserit erg. | Non magis (1) tenditur chorda (2) tendi chordam *L¹* [5 r°] Clarissimus quidam [...] tendi chordam *L²* 10 aequalibus erg. *L¹* 11 uno (1) solo (2) eorum solo *L¹* 11 chordam *fehlt L¹* 11 trahente. | Quod facile demonstratu, intelligendo enim alterutrum (1) eorum (2) ponderum muro aggelascere, non ideo mutatur tensio. *gestr.* | Et *L¹* 12 mea sententia erg. *L¹* (mea sententia) *L²* 12 oppositum (1) muro (2) muri vicem subit, *L¹* oppositum (1) muri (2) vicem muri subit; *L²* 12 id erg. *L¹* u. *L²* 13 priore chordam non trahi (1) ponatur; (2) patiatur; *L¹* priore | chordam ändert Hrsg. | non trahi patiatur, *L²* 13f., alioqui tensio eluderetur fehlt *L¹*, erg. *L²* 14 pondere | illo retinente erg. | murum facere *L¹* pondere illo retinente, murum facere, *L²* 15 quam (1) pondus (2) ejus (3) in ipso potentiam *L¹* 15 ipsius fehlt *L¹*, erg. *L²* 15 trahendi , quod *L¹* trahendi . Quod *L²* 16 sufficiens erg. *L¹* 16 sustentaculum ; *L¹* sustentaculum , *L²*

9f. Clarissimus [...] Mechanico: G. B. BOCCABADATI, *De conatu mechanico*. Die Abhandlung blieb unveröffentlicht und gilt als verschollen.

[Fig. 1; L^1 (Bl. 7 r^o) u. L^2 (Bl. 5 r^o)]

infinite quidem resistere possit elevanti, seu chordam trahenti, sed descendere non possit. Ita quantacunque ponderis [retinentis] magnitudo sit, superfluum est, quicquid trahentis vim excedit. Tenduntur autem ipsae fibrae muri vel obstaculi resistentis, pro vi ponderis oppositi trahentis, idque perinde est ac si chorda in tantundem esset continuata. Sed haec distinctius explicare operae pretium est, ne quis inde error oboriatur.

5

Verissimum quidem est chordam LM , muro L affixam tantundem tendi a pondere A , unius (si placet) librae, quantum chorda similis priori, NP tenditur a duobus ponderibus B et C , quorum quodlibet etiam est unius librae [idque sic facile demonstratur: ponamus pondus C aggelascere scabello supposito, E ; utique inde non mutatur tensio. Jam perinde tunc erit, ac si chorda $BNPC$ esset uno extremo C affixa muro E . Unus 10

1 infinite quidem erg. L^1 1 elevanti, | seu chordam trahenti. Sed erg. | L^1 elevanti, seu chordam trahenti, sed L^2 1f. non possit (1) quantacunque autem (2). Ita quantacunque L^1 2 ponderis (1) pote (2) retinentis (a), vel resi (b) magnitudo sit, | vel quantacunque sit resistentia contra chordae integrae tractionem *gestr.* | superfluum L^1 ponderis | renitentis ändert Hrsg. nach L^1 | magnitudo sit, superfluum L^2 3 excedit. (1) Tenditur autem ipse murus resiste (2) Tenduntur autem | ipsae erg. | fibrae (a) seu (b) muri vel obstacul (aa) (praemo)ti (bb) resistentis, L^1 4 est, L^1 est L^2 4-7 continuata. (1) Ex Epistola mea ad Cl. Boccabatatum (2) Sed haec distinctius explicare pretium operae est, [...] error oboriatur. (a) Assen (b) Verissimum est (c) Quanquam verum sit tantundem chordam unius (d) Verissimum | quidem erg. | est chordam LM muro L (aa) infixam (bb) affixam tantundem tendi a pondere A unius L^1 continuata. Sed [...] pondere A , unius L^2 7 librae; L^1 librae, L^2 7 similis | priori erg. | NP , L^1 similis priori, NP L^2 7 tenditur a erg. L^1 8 unius librae, idque L^1 unius (1) librae, idque (2) librae [idque L^2 9f. aggelascere (1) suppedaneo c (2) scabello supposito E , (a) utique perinde est ac si (b) utique inde [...] tunc erit ac si L^1 aggelascere scabello [...] ac si L^2 10 chorda (1) NPC (2) $BNPC$ L^1 10 esset (1) muro (2) uno extremo C (a) infixia (b) affixa muro E . L^1

4f. continuata. [...] oboriatur: Der in der Variante (1) von L^1 erwähnte Brief an Boccabatati ist nicht bekannt. In einem Brief an B. Ramazzini vom 25. Februar 1690 verweist Leibniz aber auf den Austausch mit Boccabatati über verwandte Themen: *In literis ad Dn. Boccabatatum quaedam attigi de Motus Tonici aestimatione* (LSB III, 4 N. 239, S. 467.11-12). 8 [idque: Eckige Klammer von Leibniz.

ergo casus (duorum ponderum) ad alterum (unius ponderis et muri) tanquam aequivalen-
tem reducitur.] Sed hinc non sequitur (meo judicio) vim quam patitur chorda *LMA*, vel
BNPC esse duplam potentiae ponderis *A*, seu esse aequalē simul potentiae ponderum
5 *B* et *C*. Sed potius esse aequalē uni soli ponderi ut *B*, cum alterutrum ponderum ut
C, considerari possit tanquam muri vicem subiens, ut non aliud praestet, quam impeditre
motum totius chordae, quod ad tensionem necesse est. Quod si officia inter duo pondera
B et *C* partiri volumus, utrumquodque pro parte muri resistentis, pro parte potentiae
tendentis officium faciet. Quod ut appareat clariss., [5 v°] ostendam casum, quo plura
[duobus] pondera aequalia simul eodem modo tendibili immediate appenduntur,
10 unde sequeretur tunc tensionem non tantum duplam, sed triplam quadruplamve aut ma-
gis adhuc pro arbitrio multiplam esse ejus potentiae quam unum pondus exercet, adeoque
nullius esse ad eam proportionis determinatae, quod absurdum foret. Nam qua ratione
proportio dupla tensionis chordae ad unum ex ponderibus concludi posset, eo argumento
et alia quaevis concludi potest, cum multiplicatis ponderibus tensio non augatur, ut jam
15 patebit.

Casus autem plurium duobus ponderum simul appensorum obtineri potest ope flu-
idi tendibilis, quod etsi fortasse non detur apud nos, fingi tamen potest. Et talem esse

1 casus (1) ad alterum (2) (duorum ponderum) [...] et muri) *L*¹ 2 reducitur. *L*¹ reducitur.] *L*²
2 non (1) puto (2) sequitur (meo judicio) *L*¹ 2 vim [7 v°] quam *L*¹ 2f. chorda (1) *LM*
(2) *LMA* | vel *BNPC* erg. | *L*¹ chorda *LMA*, vel *BNPC* *L*² 3f. ponderis (1) *A* (2) *A* | seu esse
[...] *B* et *C* erg. | . *L*¹ ponderis *A* [...] et *C*. *L*² 4 aequalē | uni soli ponderi ut (1) *A* aut (2) *B*
erg. | *L*¹ aequalē uni [...] ut *B*, *L*² 4–8 ponderum , (1) muri locum habeat, nec locum habeat
tensio nisi (a) (motus chor) (b) sit quod prohibeat motionem totius chordae (2) | ut *C* considerari possit
tanquam erg. | muri vicem (a) subiret nec aliud praestaret (b) subiens ut non aliud praestet quam (aa) ut
impedit (bb) impeditre motum totius chordae quod ad tensionem necesse est. (aaa) Quod ut appareat
(bbb) Quod si officia (aaaa) volumus (bbbb) inter duo [...] officium faciet. (aaaaa) Quatenus autem
(bbbbbb) Quod ut appareat *L*¹ ponderum ut *C*, [...] Quod ut appareat *L*² 8 casum *L*¹ casum , *L*²
9 duobus erg. *L*¹, fehlt *L*², erg. Hrsg. nach *L*¹ 9 eodem modo erg. *L*¹ 9 Tendibili *L*¹
tendibili *L*² 9 immediate erg. *L*¹ 10f. triplam , quadruplamve esse, (1) imo non esse dete-
(2) aut magis adhuc multiplam | (pro arbitrio) erg. | potentiae *L*¹ triplam quadruplamve (1) esse aut
magis adhuc multiplam (pro arbitrio) (2) aut magis [...] ejus potentiae *L*² 11f. exercet, (1) imo
(2) nullam (3) null (4) | adeoque erg. | nullius *L*¹ 12 ad eam erg. *L*¹ 12 determinatae *L*¹
determinatae , *L*² 12–15 Nam qua [...] quaevis concludi potest, cum multiplicatis ponderibus
tensio [...] jam patebit. erg. *L*¹ Nam qua [...] ponderibus concludi (1) potest, (2) posset, eo argumento
[...] jam patebit. *L*² 16f. appensorum (1) obtinebit (2) obtineri potest ope (a) liquidi (b) fluidi *L*¹

2 reducitur.]: Eckige Klammer von Leibniz. 14f. ut jam patebit: Vgl. S. 337.14–338.2.

17–S. 337.2 Et talem [...] funiculo: Anspielung auf die von der „Funiculus-Hypothese“ herrührende Erklärung pneumatischer Phänomene in F. LINUS, *Tractatus de corporum inseparabilitate*, London 1661.

aerem sibi fingunt, qui ejus pressionem et Elastrum non admittentes, putant Mercurium in Tubo Torricelliano suspendi ab aere inclusu rarefacto, velut a funiculo. Quod quamvis falsum sit, servit tandem haec fictio non impossibilis declarandae ratiocinationi meae. Fingamus ergo vas *A*, firmum ut loco moveri nequeat, fluido tendibili plenum, accurate clausum nisi quod habet tres vel plures exitus tubiformes aequales 1.2; et 3.4; et 5.6, etc. 5 quos accurate impleant emboli 7.8; 9.10; 11.12; etc. nempe tam tubis quam embolis ita perfecte tornatis, ut emboli sine ullo obstaculo intra tubos salva obturazione moveantur. Hi emboli trahantur a ponderibus *B*, *C*, *D* inter se aequalibus, donec fluidum tendibile vasi *A* inclusum ad certum tensionis [vel dilatationis] gradum perveniat, quem pondera vincere vel augere non possint atque ita suspensa maneant, et tam inter se, quam cum 10 fluidi vi tonica aequilibrentur. Jam fingamus omnia [haec] pondera (ut *C*, *D* etc.) demto uno *B*, aggelascere suppedaneis seu sustentaculis (*E*, *F*, etc.)[:] patet non ideo mutari tensionem fluidi, et perinde tunc esse, ac si unum solum fuisset pondus *B*, reliquis (ut *C* et *D*) subeuntibus vicem muri. Itaque si supra dici jure potuisset, vim quam chorda 15 a duobus ponderibus aequalibus tensa patitur, aequari potentiae amborum; sequeretur

1 pressionem (1) in (2) et elastrum | a Torricellio inventum *gestr.* | non L^1 pressionem et Elastrum non L^2 2 funiculo ; quod L^1 funiculo . Quod L^2 4f. vas *A*, | firmum ut loco moveri nequeat, erg. | accurate clausum, fluido tendibili plenum, habens L^1 vas *A*, (1) accurate clausum, fluido tendibili plenum, habens (2) firmum ut [...] quod habet L^2 5–8 tubiformes , (1) quo (2) aequales 1.2, 3.4, 5.6 | etc. erg. | ; quos (a) exakte clau (b) accurate (aa) implet (bb) impleant emboli 7.8, 9.10, 11.12 etc. (aaa) qui emboli trahantur a po (bbb) et ita perfecte (aaaa) respondent, (bbbb) respondeant, ut (ccc) tam tubis [...] perfecte tornatis, ut emboli [...] intra tubos | salva obturazione erg. | moveantur. Hi [...] a ponderibus L^1 tubiformes aequales [...] perfecte tornatis, | ita streicht Hrsg. nach L^1 | ut emboli [...] a ponderibus L^2 9 inclusum , L^1 inclusum L^2 9 vel dilatationis erg. L^1 , fehlt L^2 , erg. Hrsg. nach L^1 10 vel augere erg. L^1 10 possint ; L^1 possint L^2 10 maneant L^1 maneant , L^2 10f. et (1) in aequilibrio (2) tam inter [...] fluidi Vi tonica | aequilibrentur erg. | . L^1 et tam [...] tonica aequilibrentur. L^2 11 fingamus ; L^1 fingamus L^2 11 omnia haec [8 r°] pondera, L^1 omnia | haec erg. Hrsg. nach L^1 | pondera L^2 11 etc. erg. L^1 12 sustentaculis , *E*, *F*, | etc. erg. | ; L^1 sustentaculis (*E*, *F*, etc.) L^2 13 fluidi (1) ; et perinde omnia pondera, (2) , et perinde tunc esse, ac si unum (a) sit (b) solum fuisset pondus *B*, L^1 13f. reliquis *C* et *D* L^1 reliquis (ut *C* et *D*) L^2 14 potuisset L^1 potuisset , L^2 15 amborum . (1) Sequetur (2) Sequeretur L^1 amborum ; sequeretur L^2

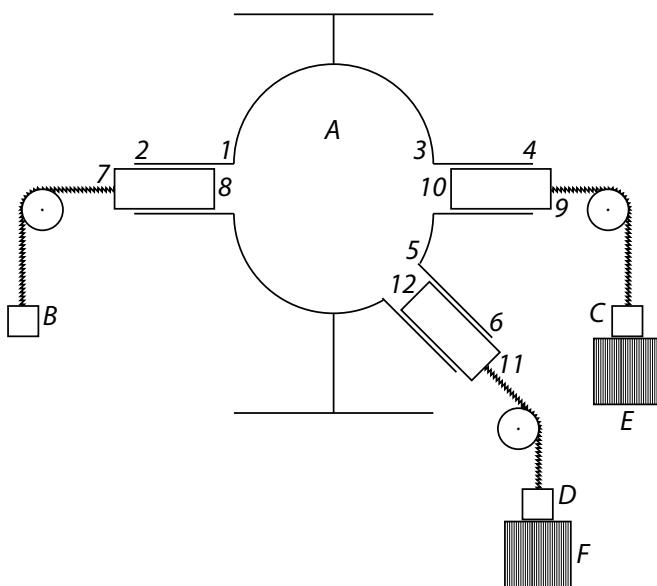
1 pressionem et Elastrum: Im gestr. Text der Variante (2) von L^1 Anspielung auf den experimentellen Nachweis des Luftdrucks, von dem E. Torricelli in seinem Brief an Ricci vom 11. Juni 1644 berichtet hatte. Vgl. C. DATI, *Lettera a Filaleti ... della famosissima esperienza dell'argento vivo*, Florenz 1663, S. 20f.; E. TORRICELLI, *Opere*, Bd. III, Faenza 1919, S. 186–188. 4 Fingamus: Siehe [Fig. 2] auf S. 339. 14 supra: S. 336.2–4.

etiam nunc, vim quam fluidum tendibile patitur aequari potentiae ponderum appensorum quotcunque adeoque tensionis vim esse indefinitam. Quod est absurdum. Erit enim (in hypothesi figurae) aequalis ponderi *B* triplo, et eadem si plures fuissent exitus cum suis ponderibus[,] aequata fuisset ponderi eidem *B* pluries adhuc sumto. Neque enim augabitur tensio, licet numerus exituum cum ponderibus augeatur; uti manifestum est nec eam minui minuto exituum numero. Utique enim perinde est aggelascere pondera *C* et *D* suppedaneis *E* et *F*, [ac] exitus plane obturari, adeoque reduci omnia ad casum ponderis unius; ipsa firmitate materiae vasis, simulque vinculorum vas immotum tenentium, locum muri subeunte. Dicendum est ergo semper tensionis vim (quae utique species est vis mortuae) esse non nisi uni soli ex potentiis tendentibus pluribus inter se aequalibus, aequalem, et reliquas praestare vicem muri; efficiendo sua aequilibratione ut totum tendibile moveri non possit. Idem est si pro fluido tendibili comprimibile, quale revera est aer, adhibeamus, et embolos non extrahi a ponderibus vel potentiarum, sed introrsum agi ponamus. Erit enim Elastri a compressione orti potentia aequalis uni potentiarum aequalium comprimentium. [6 r°]

Caeterum supposuimus hactenus tubos esse diametris aequales, sed si inaequales sint, etiam pondera non erunt aequalia, sed capacitatis tuborum (id est quadratis ab

1 nunc L^1 nunc, L^2 1–9 aequari (1) ponderi (2) potentiae duorum pond (3) potentiae ponderum appensorum quotcunque. Nihil enim refert quantus sit appensorum ponderum | aequalium erg. | numerus, | semperque eadem erit tensio quotcunque (1) tubi vel embo (2) demum tubi vel emboli, adsint erg. | unde sequeretur (a) Ten (b) Vim quam fluidum patitur (c) fluidi hujus tensionem non esse potentiae determinatae, (aa) (quod (bb) indefinitae (cc) sed indefinitae; quod est absurdum. L^1 aequari potentiae ponderum appensorum quotcunque | adeoque tensionis vim esse indefinitam erg. | . Quod est [...] Neque enim (1) mutabitur tensio (2) augebitur tensio, [...] suppedaneis *E* et *F*, | aut ändert Hrsg. | exitus plane [...] ipsa firmitate (a) vasis (b) materiae vasis, [...] muri subeunte. L^2 9f. vim esse L^1 vim (1) (quae quidem mortua est (2) (quae utique [...] vis mortuae) esse L^2 10 non nisi erg. L^1 10 soli erg. L^1 11f. reliquas (1) habere (2) praestare locum muri | efficiendo sua [...] non possit erg. | . L^1 reliquas praestare [...] non possit. L^2 13 adhibeamus ; L^1 adhibeamus , L^2 14 enim (1) compressionis potentiae aequ (2) elastri a [...] potentia aequalis L^1 enim Elastri [...] potentia aequalis L^2 15–S. 339.2 comprimentium. | Porro quoniam scimus vim qua aer embolum extrahenti resistit, ex pondere aeris ambientis oriri. Hinc (1) modum (2) modus se aperit (a) perfectionem quandam (b) explicandi tensiones (aa) chordarum (bb) per comparationem cum ponderibus, et leges Elasticas revocandi ad leges staticas. gestr. | (1) Caeterum uti manifestum est pondera *B*, *C*, *D*, debere esse aequalia (nam si unum caeteris sit minus, reliqua descendent, sine tensione, et minus ascendet, toto tendibili loco moto) ita cogitandum superest, quid fiat, quando tubi seu emboli sunt inaequales. Et quidem eam in rem sufficit considerari pondera duo, *B*, et *C*, (a) et [8 v°] (b) cum suis Tubis, et pondera quidem poni aequalia (2) Caeterum supposuimus hactenus tubos esse | diametris erg. | aequales, sed [...] suis tubis L^1

3 figurae: Das Diagramm [Fig. 2] auf S. 339.



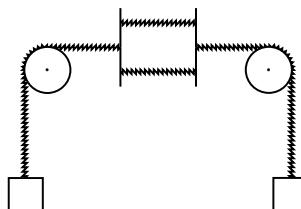
[Fig. 2; L^1 (Bl. 7 v^o; 8 r^o) u. L^2 (Bl. 6 r^o)]

eorum diametris) reciproce proportionalia. Hanc enim in rem sufficit considerari pondera duo B et C , cum suis tubis 1.2 et [3.4], ubi si tubi sint inaequales diametris, et 1.2 major, ac 3.4 minor[,] tunc descendente pondere B et attrahente pondus C sine fluidi dilatatione per solum ejus motum (ut si fluidum esset non aer sed aqua, fingendo attractionem, etsi ea revera a circumpulsione oriatur) pondus C ascendet tanto magis quam B descenderat, 5 quanto tubus 3.4 est minus capax tubo 1.2. Itaque aequilibrium erit si pondera sint reciproce ut capacitates tuborum. Unde cognoscimus tensiones non tantum ponderibus sed et ponderum in rem tendibilem effectibus esse aestimandas.

2 1.2 et 2.3, L^1 1.2 et | 2.3, ändert Hrsg. | L^2 2f. inaequales | diametris erg. | et 1.2 major at 3.4 minor L^1 inaequales diametris, [...] 3.4 minor L^2 3 B , L^1 B L^2 3 C , L^1 C L^2 4f. (ut si [...] sed aqua) erg. L^1 (ut si [...] circumpulsione oriatur) L^2 5 tanto (1) minus (2) magis L^1 6 erit, L^1 erit L^2 7 tantum ponderibus, L^1 tantum (1) ponderibus, (2) ponderibus L^2 8-S. 340.2 aestimandas (1), et duos tubos inaequales quodammodo repraesentare (a) duo (b) unam chordam inae (c) duas extremitates ejusdem chordae (aa) in (bb) crassitie inaequales (2). Sed quod [...] tubis inaequalibus | ejusdem vasis erg. | diximus, non (a) debet (b) potest applicari [...] crassitiei habentem. L^1

[Fig. 2]: In L^1 zweifach ausgeführt. In der Fassung auf Bl. 8 r^o heißt die Stütze E irrtümlich Q .

Sed quod de duobus tubis inaequalibus ejusdem vasis diximus, non potest applicari ad chordam duas extremitates inaequalis crassitiei habentem. Nam utcunque se habeat chorda, non potest moveri sine tensione, quin unum pondus tantum ascendet, quantum descendit alterum; quod secus erat in tubis inaequalibus, ubi pondus tubi amplioris embolum trahens minus descendit, quam alterum ascendere necesse est. Interim verum est chordam pluribus filis constantem ab eodem pondere minus tendi, et duplicata chorda fore dimidiata in singulis tensionem. Itaque verum est hic quoque pondera, sed aequo ambo, minus descendere ad eandem vim tonicam in chorda multiplicata, efficiendam. Et tensiones in eadem chorda diversae multiplicitatis seu crassitiei esse crassitiebus seu numeris filorum reciproce proportionales, vi tonica (quae in ratione est composita numeri repetitionum, et tensionis in quavis chorda simplice) semper aequali existente, et per alterutrum ponderum (utique aequalium) aestimanda.



[Fig. 3; L^1 (Bl. 8 v^o) u. L^2 (Bl. 6 r^o)]

3 potest | chorda gestr. | moveri L^1 3–5 quantum | descendit erg. | alterum. Interim verum L^1 quantum descendit alterum (1). Interim verum (2); quod secus (a) erit (b) erat in [...] ubi pondus (aa) ad totum (bb) tubi amplioris [...] Interim verum L^2 7 in partibus L^1 in singulis L^2 7f. pondera, (1) sed ambo simul, minus descendere (2) sed aequo ambo, minus descendere L^1 8 tonicam (1) chordae (2) in chorda (a) crassiori (b) multiplicata (aa) efficienda, (bb) efficiendam, (aaa) adeoque (bbb) et L^1 tonicam in [...] efficiendam. Et L^2 9 diversae (1) crassitiei (2) crassitudinis, (3) multiplicitatis, L^1 diversae multiplicitatis seu crassitiei L^2 9f. seu numeris filorum erg. L^1 10 proportionales; L^1 proportionales, L^2 10f. tonica | in chordae partibus erg. | ubique L^1 tonica (1) licet (2) (quae in ratione est composita (a) filorum (b) numeri repetitionum, [...] chorda simplice) (aa) ubique (bb) semper L^2 11f. per (1) pondus (2) alterutrum ponderum, utique aequalium, L^1 per alterutrum ponderum (utique aequalium) L^2

32. RESTITUTIO ISOCHRONA ELASTRI

[zweite Hälfte 1690 – 1695 (?)]

Beide im Folgenden edierte Konzepte – die *Restitutio isochrona elastri* N. 32₁ und der titellose Entwurf N. 32₂, dem editorisch die Überschrift *Demonstratio de restitutionis elasticae isochronismo* zugewiesen wird – bilden ihrer Entstehung nach sowie in inhaltlicher Hinsicht eine geschlossene Einheit und werden aus diesem Grund zusammenhängend ediert. Beide Texte sind hauptsächlich dem Versuch gewidmet, ein für die physikalische Klanglehre grundlegendes Phänomen mathematisch nachzuweisen: den Isochronismus der Schwingungen elastischer Körper. Mit diesem Phänomen – insbesondere mit dem Isochronismus der Schwingungen gespannter Saiten – hatte sich Leibniz bereits Anfang der 1680er Jahren in seinen Untersuchungen über Akustik und Elastizität befasst, ohne hierbei einheitliche Ergebnisse zu erreichen. Theoreme über den Isochronismus der *vibratio* einer gezupften Saite, die aus einer beliebigen Auslenkung ihren anfänglichen Spannungsgrad zurückgewinnt, werden in N. 86 (S. 64.18–20) und N. 10 (S. 84.2–3)¹⁰ formuliert, aber mit Unklarheiten und ohne Beweise. Dass die *restitutio omnimoda* einer gespannten Saite – d.h. ihr Rückgang von einem beliebigen Spannungsgrad zu ihrem „natürlichen“, spannungslosen Zustand – isochron verlaufe, meint Leibniz in N. 85 (S. 63.10–17) und N. 9 (S. 74.18–76.8) mathematisch nachgewiesen zu haben. Das Phänomen des Isochronismus der Schwingungen elastischer Körper spielt ferner eine tragende Rolle bei Leibnizens Erklärung der Entstehung, Ausbreitung und Aufnahme des Schalls in seinen zwischen August 1681 und Mitte 1685 entstandenen *Cogitationes novae de sono* (N. 12₁ bis N. 12₃).¹⁵

Als maßgeblich für die absolute Datierung der Konzepte N. 32₁ und N. 32₂ erweist sich ihr gemeinsames Wasserzeichen. Dieses ist im Leibniz-Nachlass nach heutigem Wissensstand nur für den Zeitraum belegt, der sich zwischen Leibnizens Rückkehr von seiner Italienreise (um die Mitte Juni 1690) und der Mitte der 1690er Jahre erstreckt. Ein gut datierbares Vorkommnis dieser PapierSorte ist beispielsweise die tagebuchförmige Aufzeichnung LH XLI 1 Bl. 11, die spätestens im Frühjahr 1695 angefertigt wurde (vgl. *LSB I*, 11 N. 338, S. 494). Aufgrund des gemeinsamen Wasserzeichens ist anzunehmen, dass beide Entwürfe N. 32₁ und N. 32₂ frühestens in der zweiten Hälfte 1690 und spätestens im Laufe des Jahres 1695 entstanden sind. Eine spätere Entstehungszeit ist jedoch nicht auszuschließen.²⁵

Die relative Chronologie ergibt sich aus dem inhaltlichen Vergleich beider Texte. Das Konzept N. 32₁ beginnt mit einer abstrakten Formulierung der Regel, die das kinematische Verhalten eines schwingenden Körpers beschreibt (S. 342.6–8). Der folgende, erste Versuch einer mathematischen Darstellung der Regel erweist sich jedoch als untauglich und wird aufgegeben (S. 343.12–344.10). Nach einem Neuanfang (S. 345.8) wird ein zweiter Versuch unternommen, der in N. 32₁ aufgrund einer fehlerhaften mathematischen Behandlung in einer Sackgasse mündet: Leibniz gibt zu, auf diesem Weg den Isochronismus nicht beweisen zu können (S. 351.13–14). Nachträglich aber vermerkt er, anderswo – d.h. wohl in N. 32₂ – sei der Beweis ordentlich gelungen (vgl. die Randbemerkungen zu S. 342.5). Tatsächlich knüpft N. 32₂ gleich zu Beginn an den zweiten in N. 32₁ entwickelten rechnerischen Ansatz an, der jetzt, etwas verändert, erneut ausgeführt wird. Nach Leibnizens Einschätzung führt dieser Weg zum erwünschten Beweis, dessen Bedeutung für die Akustik unverhohlen angepriesen wird (S. 357.20–358.8). Das Konzept N. 32₁ muss folglich abgeschlossen gewesen oder zumindest weitgehend angefertigt worden sein, als N. 32₂ begonnen wurde. Die zwei Konzepte dürften wohl eng nacheinander oder zum Teil gar nebeneinander verfasst worden sein. Dafür sprechen nicht nur der inhaltliche Zusammenhang oder die Verwendung der gleichen PapierSorte, sondern auch Leibnizens mögliche Verwechselung beider Texte bei einem Rückverweis gegen Ende von N. 32₂ (vgl. die Randbemerkung zu S. 360.9 und die zugehörige dritte Erläuterung).⁴⁰

32₁. RESTITUTIO ISOCHRONA ELASTRI**Überlieferung:**

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 180. Ein Blatt 2°; ein Wasserzeichen; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zwei vollbeschriebene Seiten. Die Randbemerkungen wurden zumeist nach der Anfertigung von N. 32₂ hinzugefügt.

5 [180 r°] Restitutio Isochroa Elastri, etc.

Motus ad terminum ea lege tendit, ut quantum virium mobile ad eum tendendo recepit,
de vi causae agendi decedat, solicitatioque ipsa pergendi hinc diminuatur, si scilicet unum
idemque semper sit agens, neque aliud quam hoc agat. Sed tale quid non fit in gravitate.
Nam solicitatio gravis ad descendendum non ideo minuitur, quod diu jam descendit. Et
10 licet toti aetheri tantum virium decesserit, quantum gravi accessit; sequitur hinc quidem
omnia gravia totius orbis, vel quaecunque vi aetheris urguntur, tanto minus urgeri, sed
non in hoc praesens grave urgendum refundi hoc detrimentum. Neque sane eae partes
aetheris quae vim amisere[,] grave in quo amisere inter descendendum comitantur, sed

5 *Am oberen Rand:* Ubi lapsus indicat NB NB^[a] in hac et sequente pagina, Rem praeclare absolvı in alia plagula.^[b]

^[a] NB NB [...] pagina: Vgl. die Randbemerkungen auf S. 344.10; 349.5; 351.3–4; 351.8–10. ^[b] in alia plagula: Siehe N. 32₂.

5 *Über dem Titel:* Hic quaedam sub finem^[a] notanda de relationibus generalibus in calculo.

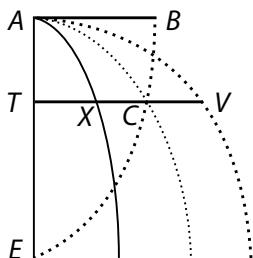
^[a] sub finem: Vgl. die Randbemerkung auf S. 351.14.

5f. etc. (1) Si (2) Motus ad (a) scopum (b) terminum *L* 6 lege (1) tendat (2) si tendat (3) tendit, *L*
6f. mobile (1) tendenda rece (2) ad eum tendendo recepit, (a) causa (b) termin (c) de vi causae *L*
7 solicitatioque ipsa pergendi hinc diminuatur, erg. *L* 9 Nam (1) non (2) solicitatio gravis ad
descendendum non *L* 11 orbis, (1) tanto mi (2) vel quaecunque [...] tanto minus *L*

aliae viribus integris in ipsum agunt. Videndum an in vi elastica [habeatur] totum quod posuimus. Atque ita certa moderatione videtur.

Si motus ad terminum ea lege tendat, ut quanto minus ab eo abest, tanto minus urgeatur, videndum quae inde consequantur. Abesse autem, seu distantia, hic non semper sumitur in loco, sed et in gradu diversitatis, ut in tensione. Sed tunc variis rursus modis sumi potest, et cogitandum est de mensura homogenea certa[:] ut in Elastri tensione, si cum aer comprimitur, intelligatur vis Elastica esse ut densitates seu ut spatia. An dicemus vim elasticam dependere ab exiguitate intervallorum per quae transit aether, quod ille transire debeat eadem qua ante celeritate[?] Sed hoc dicere non licet, quia cum desinitur in infinite parva intervalla, fieret tunc transitus infinite velox seu vi summa, 10 cum tamen revera sit nulla.

Illud in Elastris omnibus nobis obviis, soni capacibus deprehendimus, ut restitutiones sint aequiveloces, sive plus sive minus a quiete seu termino recesserint. Videndum est, an aliiquid inde colligi de lege solicitationis possit. Sit tempus AT , solicitatio impressa TC , quae semper minuitur donec evanescat transcurso tempore AE . Hanc solicitationem 15



[Fig. 1]

1f. Videndum an in vi elastica | habeat ändert Hrsg. | totum quod posuimus. (1) Atque ita sane videtur (2) Atque ita certa moderatione videtur. erg. $L = 3$ ut (1) quantum (2) quanto $L = 8$ elasticam (1) esse proportionatam exiguo (2) dependere ab exiguitate $L = 11f.$ nulla. [/] (1) Sit (2) Videat (3) Illud $L = 12$ soni | nempe gestr. | capacibus $L = 13$ termino (1) descenderint. (2) recesserint. $L = 13f.$ est, (1) quid hinc (2) an aliiquid L

12f. restitutiones [...] recesserint: Es ist wohl gemeint, dass die einzelnen Schwingungen einer Saite (*caeteris paribus*) eine von deren Auslenkung unabhängige, konstante Dauer aufweisen. 14 tempus AT : Vgl. das Diagramm [Fig. 1].

intelligo accedendi ad terminum. Velocitas ad terminum accedendi ponatur ex solicitatio-
nibus composita, quae sit TV ; erit $TV = \int TCdAT$. Accessiones autem ad terminum
sunt in ratione composita elementorum temporis et velocitatum[,] et accessus TM sunt
summae accessionum, adeoque $TM = \int \overline{TVdt}$. Sed brevius rem literis simplicibus trade-
mus, Tempus AT sit t , Solicitatio TL sit c , Velocitas TV sit $v \stackrel{(1)}{=} \int \overline{cdt}$, Accessio erit
 $v dt$, ipse Accessus $x \stackrel{(2)}{=} \int \overline{v dt}$. Adeoque $x \stackrel{(3)}{=} \int \int \overline{cdt dt}$. Hinc $dx \stackrel{(4)}{=} \int \overline{cdt} dt$. Sint dx
constantes, fiet $ddx \stackrel{(5)}{=} 0 \stackrel{(6)}{=} c dt + \int \overline{cdt} ddt = 0$ seu $cdt + dx ddt \stackrel{(7)}{=} 0$. Ergo $\int \overline{c} \stackrel{(8)}{=} \log \overline{dt} dx$.
Hinc sequeretur $c : dx$ esse proportionale elemento numeri, seu esse infra numerum, seu
 $\int c$ numero homogeneum esse. An potius dicendum est c esse $= dv$, nullo respectu habito
ad temporis elementa[?]

10 *Am Rand:* ^[a]Dicendum $D(V)$ ^[b] esse ut $XT(T)$ adeoque TV esse ut aream $KATXK$
et δX esse ut $VT(T)$, seu TX esse ut areas $BETVB$. Falsum ergo esse $v = \int cdt$ seu
 $v = \int c$. NB NB^[c]

^[a] (1) Verum est (2) Dicendum L ^[b] $D(V)$: Vgl. das Diagramm [Fig. 2] auf S. 345. ^[c] NB NB
erg. L

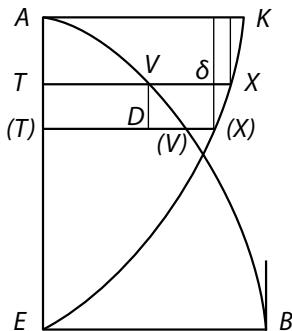
1f. terminum. (1) Et quae sit TV (2) Et sunt TV ipsis AVL pro areis BAT proportionales TU (3) Et
velocitatem (4) Velocitatem (5) Velocitas ad [...] $TV = \int TCdAT$. (a) Porro (b) Accessiones L
2–4 terminum sunt (1) ut (2) in (a) compo (b) ratione composita elementorum temporis et (aa) velocitatis
(bb) velocitatum et accessus | TM erg. | (aaa) seu ele (bbb) seu (ccc) sunt summae (aaaa) ascen-
sio (bbbb) accessionum, (aaaaa) sunt itaque (bbbb) accessiones si (cccc) adeoque $TM = \int \overline{TVdt}$. L
4f. trademus, (1) sit (2) Tempus AT sit t , L 5f. Velocitas (1) seu accessio s (2) sit (3) TV sit [...]
erit $v dt$, L 8f. Hinc sequeretur [...] $\int c$ numero (1) pro (2) homogeneum esse. erg. L

3 TM : Der Punkt M ist im Diagramm [Fig. 1] auf S. 343 nicht eingezeichnet. 5 TL : Der Punkt
 L ist im Diagramm [Fig. 1] auf S. 343 nicht eingezeichnet. 7 $cdt + \int \overline{cdt} ddt = 0$: Die Gleichung
6 lautet richtig $ddx = cdt \cdot dt + \int \overline{cdt} ddt$. Der Fehler wirkt sich bis auf die Gleichung 8 und die daraus
gezogene Schlussfolgerung aus. Die Gleichung 7 enthält einen weiteren Fehler.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Atque ita judico. Ergo Tempora AT sint t ; velocitates TV acquisitae, sint v ; incrementa velocitatum, seu $D(V)$, erunt dv . At TX , seu accessus, sunt tales, ut elementa δX seu $d\bar{x}$ sint in ratione composita velocitatum et elementorum temporis, adeoque fiet $dx \stackrel{(1)}{=} v dt : a$ ubi a sit velocitas summa, quae obtinetur ubi ad terminum perventum est. Hinc tam fiet $a ddx \stackrel{(2)}{=} v ddt + dt dv$. Sint elementa temporis 5 constantia, fiet: $ddx \stackrel{(3)}{=} dt dv : a$.

Sed quomodo jam eruemus, an diversae Elongationes [Text bricht ab.]



[Fig. 2]

Rem ergo de integro ordiamur, et pro accessibus sumamus longinquitates a termino seu distantias. Ut res melius oculis subjiciatur: sit ergo AE tempus quo ad terminum pervenitur, inde a primo initio libere ad eum accedendi. AK sit longinquitas, seu discessus a termino, seu ipsa maxima violentia, post quam relinquitur res sibi ut se restituere possit. In quovis momento temporis ut T , sunto longinquitates adhuc residuae TX , donec tandem momento ultimo $[E]$ omnis longinquitas a termino expetito evanescat. Itaque illuc curva KXE occurrit axi. Porro id quod movetur in re ad terminum accidente, consideremus ut unum punctum, ne scilicet ipsorum diversorum punctorum conatus sibi mutuo obstantes calculum turbent; poterit autem (opinor) sumi omnium revera existen-

2 judico. (1) Sint (2) Ergo Tempora (a) t (b) AT sint t ; L 2f. velocitatum, seu | DV ändert Hrsg. | (1) fient (2) erunt (a) $dv = c$ (b) dv . (aa) At X recessus sunt (bb) At TX , [...] sunt tales, L 3 sint (1) proportio (2) in ratione L 7f. Elongationes (1) Porro (2) [/] Rem ergo L 9 ergo (1) tempus (2) AE tempus L 11 ipsa (1) tensio maxima, post quam (2) maxima violentia, post quam L 12 ut T , (1) erunt (2) sunto L 13 T L ändert Hrsg. 15f. conatus (1) rem turbulent (2) sibi mutuo obstantes calculum turbent; L 16 autem (1) sumi (2) (opinor) sumi L

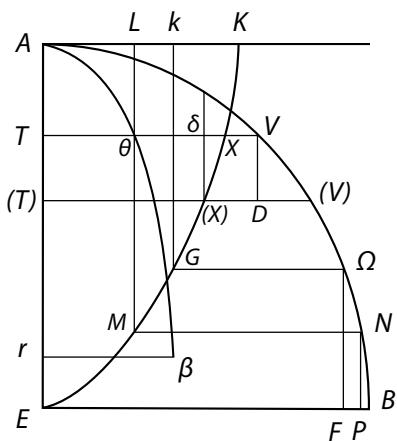
2 AT : Vgl. das Diagramm [Fig. 2].

tium centrum gravitatis, cuius directio ipsorum inter se conatibus non turbatur, et ideo
 pro totius directione sumi potest. Neque aliam hic actionem esse suppono, quam quae
 oritur ab ipsa solicitatione accedendi. Praeterea puncti velocitate licebit[,] opinor[,] re-
 praesentare accessionem formalem a locali diversam de qua hoc loco proprie agitur, cui
 5 nescio an semper respondeat ipsa velocitas alicujus puncti realis in ipso mobili assigna-
 bilis. Talis est accessio a [tensione] ad statum naturale. An ergo licebit in tali quoque
 aestimatione considerare velocitatem acquisitam integrum accedendi ut aggregatum so-
 licitationum accedendi, inde ab initio sumtarum[?] Ita liceret si punctum illud reale seu
 10 centrum gravitatis eadem proportione ferretur. Hanc ergo saltem [180 v°] hypothesis
 sumamus. Puncti ergo hujus[,] motu suo per omnia accessum formalem repraesentantis[,]
 velocitas initio quidem erit nulla, postea crescens in momento T erit TV , et postremo erit
 maxima EB . Unde lineam AVB describendo, erunt $D(V)$ velocitatum incrementa, seu so-
 licitationes; sed hoc incrementum postremo evanescet in E , adeoque EB erit maxima, seu
 15 recta lineam AVB tangens in B erit axi AE parallela. Erunt autem δX accessiones seu
 incrementa accessuum vel decrements longinquitatum, in ratione composita velocitatum
 TV et intervallorum temporis $T(T)$.

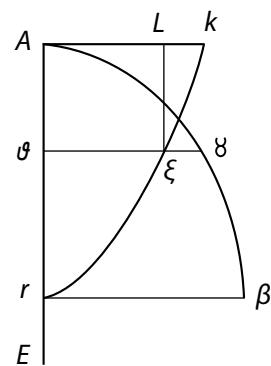
Assumatur jam aliud intervallum seu alia tensio summa Ak , ubi tempus restitutionis
 Ar , maxima velocitas restituendo assequenda $r\beta$. Quaeritur an coincidat Ar ipsi AE , et
 quomodo se habeat $r\beta$. Est autem solicitatio eadem, tensione existente eadem; adeoque
 20 eadem tensione deposita, velocitas acquiritur eadem. Ex punto k ducatur parallela ipsi

1 ideo erg. L 3–6 accedendi. (1) Hujus puncti (a) solicitatio (b) velocitas intelligatur non tam
 localis, quam formalis, ut si mutatio fiat tensionis (2) Praeterea puncti [...] accessionem formalem | a
 locali diversam erg. | de qua [...] agitur, cui (a) non (b) nescio an [...] Talis est (aa) mutatio (bb) accensi
 (cc) accessio a | densitate ändert Hrsg. | ad statum naturale. L 6 in (1) hoc quoque (2) tali
 quoque L 7 acquisitam erg. L 10f. hujus (1) cuius velocitas repraesent (2) motu suo [...]
 repraesentantis velocitas L 12 EB. (1) Ubi (2) Unde L 12f. incrementa, (1) sed hoc (2) seu
 solicitationes; sed hoc L 14 lineam (1) in B t (2) AVB tangens in B L 14f. autem (1) in (2) δX
 (a) elementa (b) accessiones seu (aa) elementa (bb) incrementa accessuum L 15 longinquitatum,
 (1) proportionalia (2) in ratione composita L 17f. tensio summa Ak (1) initialis (2) summa Ak ,
 (a) sit tempus r (b) ubi tempus restitutionis Ar , L 18 $r\beta$ (1), atque adeo coincident vi (2).
 Quaeritur an coincidat L 19f. autem (1) rem (2) solicitatio (a) proportionalis (b) et (c) tensioni,
 adeoque eadem erunt solicitationes quae ante fiebant (d) eadem, tensione [...] acquiritur eadem. L
 20–S. 348.1 ipsi (1) AE , (2) lineae | EX ändert Hrsg. | in G. L

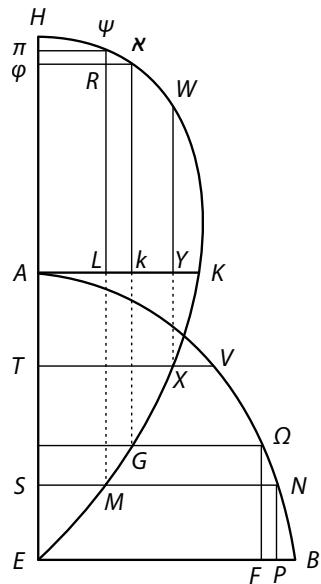
17f. Ak : Vgl. das Diagramm [Fig. 3] auf S. 347.



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

[Fig. 3] und [Fig. 4]: Die Punkte θ und ϑ in den zwei Diagrammen entsprechen nicht einander.

lineae [EA] in G.Ex G ipsi AK ducatur parallela $G\Omega$ occurrens ipsi AV in Ω , et per Ω agatur parallela ipsi AE, occurrens ipsi EB in F. Patet EF esse velocitatem jam acquisitam tunc [cum] tensio in priore casu pervenit ad Ak, adeoque velocitatem hujus quoque tensionis depositione acquirendam esse FB, quae proinde eadem est cum $r\beta$ 5 velocitate acquirenda depositione ejusdem tensionis in casu novo, si non alia ab initio fuisse intelligatur. Et generaliter si sit elongatio quaecunque $\vartheta\xi$ et ducantur ipsis AE, EB parallelae LM, MN, occurrentes ipsi EXK in M, et NP parallela AE, occurrens ipsi EB in P, erit PB aequalis (ξ) γ celeritati depositione tensionis [Lk] quae sitae. Itaque si Tensionibus depositis KY vel KL applicentur velocitates deponendo quae sitae $YW = TV$, 10 vel $L\Psi = SN$ et $AH = EB$, tunc linea KW Ψ H reprezentabit velocitates relatas ad tensiones, et si compleatur rectang. Ak ϕ , ipsae ordinatim applicatae ad ϕ a linea Ψ H representabunt velocitates easdem quae in secundo casu quaeruntur, ubi maxima tensio non esset nisi Ak vel ϕ , nam velocitas tensionis kL seu Ψ R depositione quae sita foret Ψ R eadem (ξ) γ in casu secundo. Sed nunc investigandum tempus Ar.

15 Sit tensio x residua, tensio tota K, tensio deposita $K - x$, velocitas deponendo quae sita v , et dv incrementum velocitatis pendet a tensione residua x seu per eam solam

14 Nebenrechnung: $\frac{dx}{K+x} + \frac{dx}{K-x} = \frac{2Kdx}{KK-xx}$

1f. et (1) ex Ω (2) per Ω L 3 tum L ändert Hrsg. 3f. velocitatem (1) residuae (2) hujus quoque tensionis L 4 FB, (1) quae eadem est. (2) quae proinde eadem est cum (a) rb (b) $r\beta$ L 5 casu (1) secundo, (2) novo, L 6 quaecunque (1) $T\xi$ (2) $\vartheta\xi$ (a) vel AL occurrens ipsi (b) et ducantur ipsis L 8 LK L ändert Hrsg. 9 Tensionibus (1) applicentur solicitatitones et (2) K (3) depositis KY vel KL applicentur velocitates L 10 SN (1) reprezentabit itaque linea KWT (2) et AH = EB, (a) utique (b) tunc linea KW Ψ H reprezentabit L 11 et (1) si sit ϕ 11 (2) si compleatur rectang. Ak ϕ , L 11 ordinatim erg. L 13 seu Ψ R erg. L 13f. foret (1) TW eadem (2) Ψ R eadem quae (a) $T\xi$ (b) | $\vartheta\xi$ ändert Hrsg. | L 14f. Ar. (1) [/] Sit | et gestr. | tensio x, tensio tota (a) $K+x$, (b) K, tensio deposita (2) [/] Sit tensio [...] deposita $K-x$ (a) solicitatio (b) velocitas L 16-S. 349.1 pendet (1) ita (2) a tensione residua x (a) ita ut eadem (b) seu per eam solam determinatur (aa) porro tunc $dx dd़x$ e (bb) posito (cc) porro (aaa) dx (bbb) dx L

4 FB [...] $r\beta$: Die Aussage entspricht nicht den Verhältnissen in [Fig. 3]. 6 $\vartheta\xi$: Vgl. das Diagramm [Fig. 4] auf S. 347. Im Folgenden bezieht sich Leibniz aber wieder unmittelbar auf das Diagramm [Fig. 3], in dem die Strecke $\vartheta\xi$ nicht vorkommt und der Punkt θ anders eingezeichnet ist. 9 KY vel KL: Vgl. das Diagramm [Fig. 5] auf S. 347.

determinatur[;] porro dx accessiones ad terminum, seu decrementa vel depositiones tensionum, sunt ut $v dt$ adeoque $dx \stackrel{(1)}{=} v dt : a$, posito [a] esse certam quandam velocitatem h seu $t \stackrel{(2)}{=} h \int dx : v$.

In secundo casu, sit tempus (t) et Tensio residua seu deponenda x fit $d(v) = (\ddot{x})$ ut $dv = \ddot{x}$. Sed quia x significat rectam, ideo ut lex homogeneorum servetur, quia tensio revera est solicitationi homogenea, sumatur constans quaedam solicitatio, qualis est gravitatio infinite parva $d\beta$ et fiet $dv = d\beta \ddot{x}$. Sit $dv : d\beta = 10 + 11x + 12xx + 13x^3$ etc. Porro cum x sit ipsi dv sive $d\beta$ homogenea, erit dx ipsi ddv homogenea, et si $d\beta$ constans, erit $d\beta d\beta = a dx$. Quia ergo licet scribere $dv d\beta = d\beta d\beta \ddot{x}$ et $dv d\beta = a dx \ddot{x}$, seu omissa a , quae prout opus ad legem supplenda, fiet $dv d\beta = dx \ddot{x}$. Sit $dv = 10 + 11x + 12x^2$, etc. et fiet 10 utique $v d\beta = +10K + \frac{1}{2}11 \left\{ \begin{array}{l} KK \\ -xx \end{array} \right\}$ etc. ubi pro tota velocitate habenda[,] est sumenda $x = 0$, et fiet $d\beta v = EB d\beta = 10K + \overline{1:2} 11KK + \overline{1:3} 12K^3$ etc.

5 Am Rand: NB NB^[a] Peccavi in eo quod posui^[b] elementare ordinario, nempe dv , ipsi \ddot{x} proportionale[,] cum dicendum sit $dv : dx = \ddot{x}$ et ita alia scheda^[c] rem egregie absolvı.

^[a] NB NB erg. L ^[b] posui (1) $dv = \ddot{x}$ (2) elementare ordinario [...] \ddot{x} proportionale L ^[c] alia scheda: N. 322.

1f. tensionum, (1) sunt ut (a) t (b) $x dt$ (2) sunt ut $v dt L$ 2 b L ändert Hrsg. 2f. velocitatem (1) maximam EB (2) h (a) EB (c) porro veloci (d) si jam (e) seu L 4f. et (1) dx (2) et (3) initia (4) tensio initialis (a) sit (K) (b) seu tota (c) seu prima sit (K) (aa). Et v quidem paulo (an) (bb), et solicitatio (aaa) primum est Y (bbb) prima Y pendet ex K , (aaaa) seu est (bbbb) seu $d(v) = (\tilde{K})$, (aaaaa) secunda est (bbbb) secunda [2] $d(v)$, (aaaaa-a) pendet a (bbbb-b) $K - [1] d(x)$, [3] $d(v) = (K) - [2] dx$ seu est $d(v) = (\ddot{x})$ (5) Tensio residua [...] ut $dv = \ddot{x}$. L 6f. est (1) gravitatis (2) gravitatio infinite parva L 7-9 etc. (1) Sit autem $dx = d\beta : a$, talem enim licet supponere ob homogeneitatem tensionis cum gravitate et (a) incrementum (b) incrementi ejus cum gravitate infinite parva (2) Porro cum x sit ipsi dv | sive $d\beta$ erg. | homogenea, erit dx ipsi ddv homogenea, (a) seu ipsi $dd\beta$, eritque $d\beta$ (b) et si [...] $d\beta d\beta = a dx$. L 9f. omissa a , (1) erit (2) quae prout [...] supplenda, fiet L 11 utique (1) $v d\beta = f + 10x + \frac{1}{2}11xx + \frac{1}{3}12x^3$ etc. (2) $v d\beta = +10K + \frac{1}{2}11 \left\{ \begin{array}{l} KK \\ -xx \end{array} \right\}$ etc. L 11f. habenda (1) fiet p (2) et pro (3) est sumenda x (a) maxima (b) = 0, L 12-S. 350.2 etc. (1) Hinc cum experimento constet esse EB integras velocitates in duplicata (2) Quod si consideremus, L

4f. et [...] $dv = \ddot{x}$: Die eckigen Klammern in Unterstufen der gestr. Variante (4) stammen von Leibniz.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Quod si consideremus in valore ipsius dv per x et $d\beta$ seu $a dx : d\beta$ non posse aliquid ipsi K homogeneum facile occurtere, seu ipsi dv , consequens est [ut] faciamus dv ut $x dx$, seu v ut xx , et fiet $t = -b \int dx : xx$ seu $t = b : x$ (quia crescentibus t , descrescunt x),] seu $x = t : dv$, $t = b : dv$. Sed in casu ultimi dv est constans, cum ejusdem tensi vim patientis ultima solicitatio semper sit eadem, seu ultima tensio, a quacunque demum violentia redierit. Cum ergo etiam b sit constans et dv sit constans, etiam $b : dv$, seu t , erit constans. Et si quis objiciat, etsi dv sit ut $x dx$, posse (tamen) esse v (non) ut xx , sed ut $xx + cc$; videndum quid respondeamus. (Ut) quidem sit dv ut $x dx$, utique patet. Sed revera non potest esse v ut xx , quia x decrescunt, [crescentibus] v . Ergo fieret v ut $KK - xx$, ita enim initio v nulla, in fine autem 10 ut KK , ergo $t = -b \int dx : KK - xx$. Sed nihilominus obtinetur idem. Et quod pulcherrimum est, video tandem quaecunque sit relatio inter dv et x , haberi quaesitum. Nempe fiet $t = -b \int dx \tilde{x}$, ubi nulla alia indeterminata calculum ingreditur quam x . Sed x determinatur similiter per dv quia $dv = \tilde{x}$, ita ut nulla alia indeterminata calculum ingrediatur. Ergo t determinatur per solam dv sine alia indeterminata. In casu autem ultimi non alia homogenea calculum ingreditur quam K , quia et x est K . Sed x determinatur 15 similiter per dv , quia $dv = \tilde{x}$, ita ut nulla alia indeterminata calculum ingrediatur. Ergo t necessario est $b : K$. Sed hinc non prodit tempus idem.

Consideramus ergo v ut homogeneum ipsi x , reductis omnibus ad lineas, quod et ostendit aeq. 2. Jam veniamus ad $t = h \int dx : v$. Hinc t est ad h , ut numerus quidam indeterminatus ($\int dx : v$) ad unitatem. Quia autem v datur in casu ultimi, seu EB , ex sola K , nec alia

18 *Am Rand:* Non datur Numerus indeterminatus^[a] ordinarius quem una solum homogenea ingrediatur, sed datur transcendens, ut $\int \frac{dx}{x}$.

^[a] indeterminatus (1) qui non sit homogeneus Logarithmo (2) ordinarius quem [...] homogenea ingrediatur, L

3 ut erg. Hrsg. 3 $x dx$, (1) fiet ergo (2) seu v ut xx , et fiet L 4f. ultimi dv (1) = dt (2) est constans. (a) Cum ultima (aa) resid (bb) solicitatio semper sit eadem, quaecunque sit prima, (b) Cum ejusdem [...] patientis ultima (aa) cons (bb) solicitatio (aaa) semper sit eadem seu vis (bbb) semper sit [...] ultima tensio, L 6f. redierit. (1) Hinc ergo etiam t seu $b : dv$ (2) Cum ergo [...] erit constans. Et (a) (ne) (b) si L 7f. $xx + cc$; (1) resp. Hoc posito non simul rescunt[!] v et x (2) videndum quid respondeamus. L 9 rescentibus L ändert Hrsg. 10 $-b \int dx : KK - xx$. (1) Unde (in usu) (2) Sed nihilominus obtinetur idem. L 13f. sine alia indeterminata. (1) Imo non esse aliam homog. (2) In casu [...] calculum ingreditur L

homogenea intervenire potest, hinc necesse est in casu ultimi $\int dx : v$ vel esse numerum aliquem absolutum, v. g. rat. diam. ad circumf., aut tale quid; vel esse aliquid logarithmo ipsius K proportionale. Et quidem si summabilis est $\int dv : x$, necesse est, numerum oriri constantem, seu tempus esse semper idem. Exempli causa sint solicitationes tensionibus proportionales seu dv ut x , sive v ut $KK - xx : K$, et t ut $\int dx : v$, ut $K \int dx : KK - xx$, 5 seu ut $\frac{1}{2} \log \overline{K+x} + \frac{1}{2} \log \overline{K-x}$. Id est (cum $x = 0$) ut $\log K$. Sed si esset v ut $K^3 : xx$, foret $\int dx : v = K^3 : 3x^3$ et si esset $x = K$ foret = 3.

Sed talia hic locum non habent. Nempe $d\overline{YW}$ (dv) pendet ab AY . Hinc YW cum crescat decrescente AY , non potest esse ipsi proportionale, sed formulae ex AV et AK , et quidem ex formula eodem modo se habente ad AY et AK , ducta in $AK - AY$, id enim 10 in talibus necessarium, ut patet ex expressione per seriem infinitam paulo ante posita. Sed talis formula dx [dividendi] vix dabitur qu \langle adra \rangle tura. Sane si v esset reciproca ipsi x , foret dv reciproce ipsi dx , quod $\ddot{\alpha}\tau\pi\sigma$ cum sit tanto major. Hinc tali methodo non possum isochronismum assequi.

Quaerendus est valor ipsius v , qui formetur multiplicando formulam ex K et x eodem 15 modo formatam per $K - x$, ita ut $dx : v$ sit summabilis ordinarie. Et tunc habebitur et dv , seu lex qua possit agere tensio x , sive solicitatio.

3f. Am Rand: NB NB

8–10 Am Rand: NB NB

14 Am Rand: NB: Haec ad doctrinam de relationibus in genere.

5 et (1) $t = h \int dx$ (2) t ut $\int dx : v$, L 6 ut $\log K$. (1) Sed si (a) v esset ut (b) $KK : KK - xx$ ut
 (c) dv esset ut (aa) $K\sqrt{x}$ seu v ut x (bb) $K - v$ (cc) $v - K$ (dd) $K + x$ (2) Sed si esset v ut $K^3 : xx$, L
 7 $K^3 : 3x^3$ (1) et cum (2) et si esset L 8 $d\overline{YW}$ (1) pendet (2) (dv) pendet L 9f. AK (1). Ergo et (2), et quidem (a) utcunque (b) ex formula (c) ex formula L 11f. posita. (1) Et quidem
 (2) Sed talis (a) sen (b) formula L 12 dividentis L ändert Hrsg. 14–17 assequi. (1) [/] Quid
 si fiat (a) $v = Kx :$, $K + 2K + 3K$ fiet dv (b) $v = Kx$, $K - x$, : $K + x$ fiet dv = (2) [/] Quaerendus est valor
 ipsius v (a) talis, ut compos (b), qui formetur [...] habebitur et dv , L

32₂. DEMONSTRATIO DE RESTITUTIONIS ELASTICAE ISOCHRONISMO**Überlieferung:**

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 45–46. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 45 mit Gegenmarke auf Bl. 46; Papiererhaltungsmaßnahmen. Drei Seiten auf Bl. 45 r° bis 46 r°; Bl. 46 v° ist unbeschrieben.

5 [45 r°] Pono Elastri se restituentis motum repraesentari posse motu puncti, sic ut tensio
quaeviſ residua det puncto mobili novam solicitationem; et velocitas restituendo acquisita
sit harum solicitationum aggregatum.

10 Tempus repraesentetur recta *AT*, quae sit pars maximi temporis *AE*, quo restitutio
Elastri praesentis absolvitur. Tensio ejus maxima, quam habet in initio temporis seu
in momento *A*, sit *AK*, tensio residua in momenta *T*, sit *TX*, et in ultimo temporis
momento evanescet, seu erit nulla, atque ita tensionis continua mutatio repraesentabitur
per ordinatas lineae *KXE*. Compleatur rectangulum *ATXL*. Et poterit punctum *L* concipi
velut mobile repraesentans motu suo accessum restitutioſis ad terminum *A*.

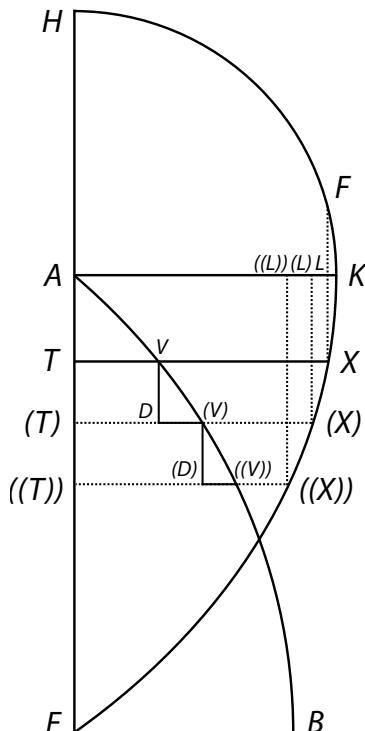
15 His positis, in momento temporis *T* superest tensio *TX*, vel *AL*, quae mobili im-
primit solicitationem sive conatum novum *D(V)*, qui additus praecedenti jam ejus ve-
locitati *TV* dat velocitatem *(T)(V)*. Producatur *(T)(V)* dum curvae *EXK* occurrat in
(X) et compleatur rectangulum *A(T)(X)(L)*, erit *L(L)* accessio nova ad terminum re-
stitutionis. Cogitetur autem *L(L)* absolvī tempusculo *T(T)* uniformi velocitate *TV*, in
ipso autem momento *(T)* ipsi *L* [mobili] imprimi conatum novum tensionis residuae *AL*
20 gradui consentaneum, infinite parvum si velocitati comparetur, nempe *D(V)*, ita ut pro-
ximo tempusculo *(T)((T))* velocitate nova *(T)(V)* absolvat accessionem *(L)((L))*; et in

6 residua erg. *L* 6 det (1) Elastro solicitat (2) puncto mobili novam solicitationem; *L*
7–9 aggregatum. (1) Sit tempus *AT*, (2) Sit Tensio repraesentata recti (3) Tempus repraesentetur
(*a*) *AT*, et maximum tempus quo (*b*) recta *AT*, [...] maximi temporis (*aa*), qua re (*bb*) *AE*, quo [...]
praesentis absolvitur *L* 12f. Compleatur rectangulum (1) *ATL* (2) *ATXL*. Et poterit punctum
(*a*) *X* conci (*b*) *L* concipi velut mobile repraesentans (*aa*) accessum resti (*bb*) motu suo [...] terminum *A*.
erg. *L* 14 tensio *TX*, (1) quae mobili (2) vel *AL*, quae mobili *L* 17 rectangulum (1) *A(T)X*
(2) *A(T)(X)(L)*, *L* 17f. restitutionis (1) quae erit in ratione composita, velocitatis (*a*) *(T)(V)* et
(*b*) *TV*, et (2). Cogitetur autem *L(L)* absolvī (*a*) tempore (*b*) tempusculo *T(T)* uniformi velocitate
TV, *L* 19 mobi *L ändert Hrsg.* 19f. conatum (1) (novum (2) novum | tensionis residuae *AL*
gradui consentaneum, erg. | infinite parvum *L*

8 recta *AT*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 353.

momento $((T))$ novus conatus accedendi $(D)((V))$ tensioni $A(L)$ consentaneus, mobili L imprimatur. Atque ita porro.

Hinc patet ex generali natura motus fore accessiones $L(L)$ in ratione composita elementorum temporis $T(T)$ et velocitatum TV quibus absolvuntur, seu fore $L(L)$ ad $(L)((L))$ ut $T(T)$ in TV ad $(T)((T))$ in $(T)(V)$ seu ut rectang. $VT(T)$ ad rectang. 5



[Fig. 1]

1 accedendi (1) $(D)V$ (2) $(D)((V))$ erg. L 2-S. 354.3 porro. (1) Sit jam (2) Sint (3) Fingamus jam ipsas $D(V)$ esse tensionibus residuis proportionales, seu esse $D(V)$ ad $(D)((V))$ ut AL ad $A(L)$. Rursus esse $L(L)$ ad (a) $L(L$ (b) $(L)((L))$ ut (4) Ex his (5) Hinc patet [...] motus fore | accessiones erg. | $L(L)$ in [...] temporis $T(T)$ (a) quibus abso (b) et velocitatum TV [...] seu ut rectang. (aa) TV (bb) $(T)TV$ (cc) $VT(T)$ ad rectang. | $V(T)((T))$ ändert Hrsg. | . Seu (aaa) elementa (bbb) incrementa areae ATV [...] depositis KL proportionales. (aaaa) Rursus (bbbb) Jam L

$[(V)(T)((T))]$. Seu incrementa areae ATV fore proportionalia incrementis tensionum depositarum KL , seu ipsas areas ATV fore tensionibus depositis KL proportionales.

Jam sumamus aliquam legem solicitationis. Et quoniam manifestum est, solicitacionem cum tensione superstitae decrescere ac denique desinere[,] fingamus solicitationes esse tensionibus residuis proportionales; seu esse $D(V)$ ad $(D)((V))$ ut AL ad $A(L)$.

Ob artic. 1, $T(T) \cdot TV : L(L)$ est quantitas constans velocitatem quandam repraesentans quam vocemus b . Et fiet $T(T) \cdot TV \stackrel{(4)}{=} b \cdot L(L)$.

Ob artic. 2, $DV : AL$ est quantitas constans, sed hinc sequitur[,] quemadmodum et ex artic. 2, ut temporis et spatii progressus talis assignari non possit, qui velocitates uniformiter crescere faciat; nam alioqui etiam AL foret constans, si DV fieret constans. Sed absurdum omnino est non posse ipsas TV , ordinatas curvae $V(V)$, assumi uniformiter crescentes. Itaque hinc colligitur impossibilem esse articulum (2) absolute sumtum[,] ut tensiones sint elementis velocitatum proportionales. Imo generaliter impossibilis est hypothesis[:] elementis rei continue crescentis aut decrescentis, res alias continue proportionales facere. Ergo articuli 2 et 5 tantum habent locum, si dicamus ipsas DV esse in ratione composita[,] ipsarum AL directa, et aliorum quorundam elementorum $d\omega$ reciproca quae si constantia assumantur, seu esse DV ut $AL d\omega$, ita tum demum cum $d\omega$ est constans locum [habebunt] artic. 2 et 5. Et non licisset facere DV , $d\omega$ ut AL , nam

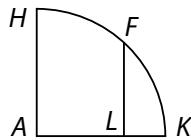
3f. solicitationis (1), et fingamus si placet, (a) tensiones esse (b) solicitationes esse (2). Et quoniam manifestum est, (a) decrescente (b) solicitationem cum tensione | superstitae erg. | decrescere ac [...] solicitationes esse L 6f. velocitatem quandam repraesentans erg. L 8 artic. 2, | est streicht Hrsg. | $DV : AL$ L 8–10 sed (1) hinc sequitur (2) hinc (a) sequi videtur absurdum, ut scilicet velocitatum incrementa (b) sequitur quemadmodum et ex artic. 2, (aa) ut scilicet velocitatum incrementa u (bb) ut velocitates (cc) ut temporis (aaa) vel (bbb) et spatii [...] possit, qui (aaaa) et (bbbb) velocitates uniformiter crescere faciat; L 10–12 constans. (1) Quod probe notandum est, assumamus $T(T)$ esse constantem; hoc enim semper possibile est, (2) Sed (a) hoc ipsum videtur (b) absurdum omnino (aa), ut (bb) est (aaa) ipsarum ordinatarum (bbb) ut re (cc) ut (ddd) non posse [...] uniformiter crescentes. L 12 absolute sumtum erg. L 13 proportionales. (1) Sed (2) Imo L 14f. decrescentis, (1) rem ind (2) rem (3) res alias continue (a) | crescentes streicht Hrsg. | aut decrescen (b) proportionales facere. (aa) Ergo loco artic. (bb) Ergo articuli [...] habent locum, L 16 directa erg. L 16 quorundam erg. L 16f. $d\omega$ reciproca erg. L 18 habebit L ändert Hrsg.

8 DV : Gemeint ist stattdessen das Differentialelement $D(V)$, die *solicitation*. Der Fehler wiederholt sich ausnahmslos bis zu S. 355.2, ohne aber das Ergebnis der Gesamtrechnung zu verfälschen, und wird demgemäß vom Herausgeber nicht berichtigt.

et sic elementare esset ordinario proportionale, sed $DV : d\omega$, id enim constans assumi in arbitrio non est. Faciamus ergo [45 v°] $DV \stackrel{(8)}{=} AL d\omega : f$.

Nunc ut calculum absolvamus[:] AL sit x et $L(L)$ erit dx , et TV sit v et $D(V)$ erit dv , et AT sit t et $T(T)$ erit dt . His positis[,] ex artic. 4 fiet $v dt \stackrel{(8)}{=} b dx$. Et ex artic. 8 fiet $dv \stackrel{(9)}{=} x d\omega : f$. Si fingeremus esse $dt \stackrel{(9)}{=} d\omega$, fieret $b dx : v \stackrel{(10)}{=} f dv : x$, seu $bx dx \stackrel{(11)}{=} fv dv$, seu $bxx \stackrel{(12)}{=} fh - vv$, quia scilicet crescentibus v decrescent x , et cum x seu AL evanescit seu v est maxima, fit $0 \stackrel{(13)}{=} hh - vv$. Ergo h erit velocitas maxima. Hinc fiet $v \stackrel{(14)}{=} \sqrt{hh - \frac{b}{f} xx}$. Eritque $dt \stackrel{(15)}{=} b dx : \sqrt{hh - \frac{b}{f} xx}$, seu $dt \stackrel{(16)}{=} \frac{b}{\sqrt{b:f}} \frac{dx}{\sqrt{\frac{hh}{b:f} - xx}}$.

Fiat $b \stackrel{(17)}{=} f$, seu $dv \stackrel{(17)}{=} x dt : [b]$, id enim cum eas pro arbitrio assumserimus et assumere potuerimus, in potestate est, et fiet $dt \stackrel{(18)}{=} b dx : \sqrt{hh - xx}$. Sit $b \stackrel{(19)}{=} 7h$ (sumto 7 pro numero quocunque[)] et fiet $h dt \stackrel{(20)}{=} bh dx : \sqrt{hh - xx}$.



[Fig. 2]

3 et $L(L)$ erit dx erg. L 4 fiet (1) dt (2) $v = (a) dt$ (b) b (3) $v dt \stackrel{(8)}{=} b dx$. L 6f. $fv dv$ (1) | et quia streicht Hrsg. | (a) cresc (b) x evan (2) seu bxx [...] AL evanescit | seu v est maxima erg. | , fit L 8-S. 356.2 $\sqrt{hh - \frac{b}{f} xx}$ (1). Faciemus b et h et f aequales, id enim in nostra potestate est, et fiet $dt \stackrel{(16)}{=} b dx : \sqrt{bb - xx}$, (a) b existente (b) ponendo scil. (aa) $AK = AE = h$ (bb) AK seu $h = AE$ seu b . His ita positis si centro A radio (aaa) AH (bbb) AK (ccc) AK vel EB describatur quadrans HFK cui (aaaa) per L ducta AK (bbbb) ex AL normaliter educta LF occurrat in F multipli (2), seu $dt \stackrel{(16)}{=} (a) b \sqrt{b:f} : (b) \frac{b}{\sqrt{b:f}} \frac{dx}{\sqrt{\frac{hh}{b:f} - xx}}$. Fiat $b \stackrel{(17)}{=} f$, | seu $dv \stackrel{(17)}{=} x dt : | f ändert Hrsg. |$, erg. | id enim [...] $h dt \stackrel{(20)}{=} bh dx : \sqrt{hh - xx}$. (aa) Centro (bb) Jam centro A radio AK describatur (aaa) circulus (bbb) quadrans circularis [...] seu x (aaaa) erigatur LF (bbbb) normaliter educatur LF , L

4 $v dt \stackrel{(8)}{=} b dx$: Gemäß der bisherigen Nummerierung sollte das die Gleichung ((8)) sein. 6 $fhh - vv$: Zu lesen wie: $f(h^2 - v^2)$. 7 Ergo [...] maxima: Später (S. 356.5; 356.8) wird h indessen mit AH bzw. AK gleichgesetzt, d.h. mit der größten Spannkraft.

Jam centro A radio AK describatur quadrans circularis KFH , et ex AL seu x normaliter educatur LF , erit $h \int dx : \sqrt{hh - xx}$ ⁽²¹⁾ arc. KF , et in casu L incidentis in A seu x evanescentis, erit $h \int dx : \sqrt{hh - xx}$ ⁽²²⁾ arcus quadrant. KFH . Sed ht ⁽²²⁾ $bh \int dx : \sqrt{hh - xx}$. Ergo t seu tempus AT est ad b constantem assumptam, ⁽²³⁾ ut $h \int dx : \sqrt{hh - xx}$ seu arcus KF est ad h seu radium AK . Et in casu totius temporis AE , totum tempus AE est ad b constantem assumptam, ut arcus quadrantis KFH est ad radium AH , quae ratio cum sit constans, etiam sequitur tempus constans esse, nec referre, quanta sit maxima tensio AK , adeoque et solicitatio ab ea dependens.

Hoc autem quod finxisse visi sumus verissimum est, si scilicet tensionibus proportionales sunt [solicitationes], id intelligendum esse aequalibus temporis elementis. Nam longiore tempore eadem tensio vel parum diversa (pro quibus media sumi potest) diutius solicitans, majorem etiam imprimet conatum. Nec quicquam momento productum intelligi potest.

Sed hoc amplius videtur ostendi posse, etiamsi non sint impressiones aequalibus tempusculis factae, tensionibus proportionales, sed utcunque ex ipsis et maxima tensione pendeant, obtineri isochronismum. Nempe scribatur: pro $d\omega$ ponamus dt per ((9)), et pro x in aeq. 9 ponatur recta \tilde{x} determinata utcunque per homogeneas x et h , fiet $dv : dt$ ⁽²⁵⁾ $\tilde{x} : f$. Et per 11 et 8, fiet $v dv$ ⁽²⁶⁾ $\overline{b : f} \tilde{x} dx$, seu $\frac{1}{2} vv$ ⁽²⁷⁾ $\overline{b : f} \int \tilde{x} dx$, seu posita $b = f$ per

3–7 KFH . (1) Ergo fit $dt = t$ (2) Sed ht ⁽²²⁾ $bh \int dx : \sqrt{hh - xx}$. (a) Ergo (aa) $t = KF$ (bb) $t = KF$ (cc) $t : b$ (dd) tandem (b) Ergo fit tandem in casu totius temporis $t : b$ ⁽²³⁾ $KFH : AK$ seu h , id est tempus t | totum erg. | est ad constantem b , ut arcus quadrantis ad radium. Itaque tempus (aa) ipsum (bb) totum ipsummet est constans. Ergo $t : b$ ⁽²³⁾ $h \int dx : \sqrt{hh - xx}$, seu $KFH : h$ seu AK , id est tempus t (c) Ergo t seu [...] assumtam ⁽²³⁾ ut streicht Hrsg. | $h \int dx : \sqrt{hh - xx}$ seu [...] tempus constans esse, L 8 AK erg. L 8 solicitatio | AK gestr. | ab (1) eam (2) ea L 10 solitaires L ändert Hrsg. 10f. Nam (1) eadem (2) longiore tempore eadem tensio (a) | vel streicht Hrsg. | certe ae (b) vel parum diversa | (pro quibus media sumi potest) erg. L 14f. sint (1) solicit (2) impressiones (a) temp (b) tensionibus (c) aequalibus (aa) tempusculis factae (bb) tempusculis factae, (aaa) tem (bbb) tensionibus (aaaa) prop (bbbb) proportionales, L 16 pendeant, (1) seu utcunque (a) dv definiatur (b) $dv : d\omega$ definiatur ex recta (2) videri (3) obtineri L 17f. fiet (1) $dv = \tilde{x} : (2) dv : dt$ ⁽²⁵⁾ $\tilde{x} : f$. L

4 ht ⁽²²⁾ $bh \int dx : \sqrt{hh - xx}$: Gemäß der bisherigen Nummerierung sollte das die Gleichung ((22)) sein.

17, fiet $\frac{1}{2}vv \stackrel{(28)}{=} \int \tilde{x} dx$, seu $v \stackrel{(29)}{=} \sqrt{2} \sqrt{\int \tilde{x} dx}$. Et per 8 fiet $dt \stackrel{(30)}{=} b dx : \sqrt{2 \int \tilde{x} dx}$. Porro in casu maximi temporis, quo x evanescit, debet \tilde{x} (quippe ex solis x et h generaliter, adeoque nunc ex sola h determinata[)] necessario coincidere cum h multiplicata per numerum constantem seu determinatam rationem. Ergo eodem casu $\int \tilde{x} dx$ necessario est hh multiplicata per numerum constantem. Ergo $\sqrt{\int \tilde{x} dx}$ utique est h multiplicata 5

per numerum constantem. Et $t : b \stackrel{(31)}{=} \int dx : \sqrt{2 \int \tilde{x} dx}$. Ubique hoc eodem casu, quo x evanescit, est ratio constans, evanescente h , cum a parte dextra aequationis 31 non nisi una homogenea, nempe h , occurrire possit, quae proinde, ubi res ad rationem reddit seu analogiam inter homogenea, sed hoc loco [46 r°] ejusdem ad semet rationem cum numerica ratione compositam[,] necessario evanescit, sola ratione numerica manente, adeoque 10 tempus est constans seu idem[,] quaecunque demum sumatur h seu tensio elastri ejusdem.

Hoc etiam ocularius et magis ad captum ex [serie] infinita educi potest, nam generalissime $t : b \stackrel{(32)}{=} 10 + 11\frac{x}{h} + 12\frac{xx}{hh} + 13\frac{x^3}{h^3}$, etc. ubi 10, 11, 12 sunt numeri seu rationes constantes, neque possibile est ut aliter exprimatur, cum ratio t ad b per solas x et h determinetur [in] aeq. 31. Ergo non nisi per $x : h$, nec vero adhiberi potest $h : x$, quia 15 evanescente x , seu in casu maximi temporis foret talis terminus infinitus. At vero in casu (33) maximi temporis seu ubi $x = 0$ evanescentibus omnibus, $t : b$ aequatur numero constanti 10. Et exemplo assumtae qualiscunque solicitationum legis res evinci potest. Ut si solicitationes sint ut quadrata tensionum, seu dv ut $xx dt$, idem comperietur.

His ita tandem mirabilis naturae arcani rationem reddidimus. Sensu enim deprehenditur aequales esse sonos adeoque et vibrationes vel restitutiones, sive fortiter sive mollius 20

2 casu (1) quo x (2) maximi temporis, quo (a) h eva (b) x evanescit, (aa) potest (bb) debet \tilde{x} (aaa) ex solis (bbb) (quippe ex solis L 7 est (1) numerus constans (2) ratio constans, L 9 homogenea, (1) id est idem ad sem (2) sed hoc loco [46 r°] ejusdem (a) sem (b) ad semet L 10f. adeoque (1) est (2) tempus est L 12 ad | vulgi gestr. | captum L 12 seriei L ändert Hrsq. 13f. etc. | ubi 10, [...] rationes constantes, | homogeneae gestr. | erg. | neque L 14 exprimatur, (1) cum determinetur ex ratione x a (2) cum ratio t ad b L 15 in rg. Hrsq. 15f. quia (1) terminus qu (2) evanescente x , seu in casu (a) maximae tensionis, seu (b) maximi temporis foret talis terminus L 18f. Et exemplo assumtae qualiscunque (1) regulae (2) solicitationum legis [...] tensionum, seu (a) ut (b) dv ut $xx dt$, idem comperietur. erg. L 20 tandem (1) ho (2) arcana (3) mirabilis naturae arcani L 20-S. 358.1 deprehenditur (1) tensi (2) tensionum ve (3) aequales esse [...] tensam pulsemus. L

rem tensam pulsemus. Itaque licet quamcunque legem conatus novi a solicitatione impressi sequantur, sufficit eos[,] iisdem temporibus[,] quantitatibus per solam tensionem totam et residuam determinatis (cum nihil praeterea his homogeneum assumatur) esse proportionales.

5 Imo hinc sequitur theorema generalissimum, ut eadem potentia plus minusve turbata quae tota ad restitutionem sui nititur, ubi primum liberata est, aequali tempore restituatur. Atque hoc est fundamentum Harmoniae. Nam mutatis tantum vocabulis, substitutaque hac potentia pro Elastro, eadem demonstratio prodibit.

Notandum hoc loco elegans istud, ob 9 vel ob ((17)) est dv seu $D(V)$ ut $XT(T)$,
10 adeoque sunt TV ut areae $KATXK$, et similiter ob 8 esse dx seu $L(L)$ ut $VT(T)$, adeoque sunt TX ut areae $BETVB$, quae sane pulcherrima est reciprocatio; si scilicet ponantur
solicitationes aequalibus tempusculis factae ipsis tensionibus proportionales.

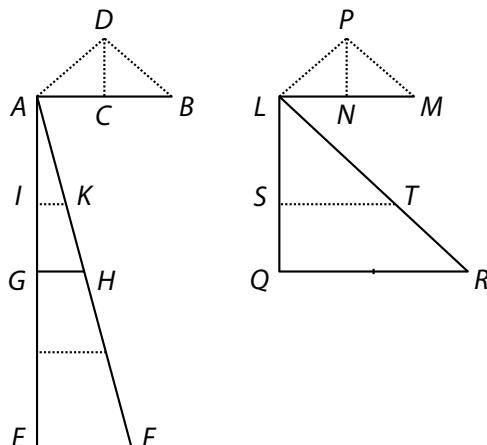
15 Superest tantum ad complementum hujus doctrinae ut investigetur virtute ipsa Elastri vel potentiae aucta, quanto celerior fiat restitutio. Et sane compertum ajunt quadruplica vi chordam eandem intendendam esse ut duplo celerius vibret. Sed et investigandum est, cur chordae ejusdem partibus existentibus ut Logarithmis soni sint ut numeri seu ut rationes, quae est sectio Monochordi.

1 licet (1) conatus (2) conatus (3) quamcunque legem conatus L 2–4 sufficit (1) eas iisdem temporum quantitates (2) eos iisdem [...] solam tensionem (a) maximam (b) totam et residuam (aa) esse determinatas (bb) determinatis (aaa) esse proportionales. (bbb) (cum nihil [...] esse proportionales. L 5f. generalissimum, (1) ut ejusdem (2) ut ejusdem potentia tur (3) omnis turbata magna vel parva (4) ut eadem [...] turbata, quae (a) ad (b) tota ad L 7f. Harmoniae. (1) Eadem enim (2) Nam mutatis [...] pro Elastro, | eadem erg. | demonstratio prodibit. L 9 ob 9 vel erg. L 10 TV ut (1) areae $KATK$, (2) areae $KATXK$, L 11f. ponantur (1) Tensiones (2) solicitationes (a) iisde (b) aequalibus L 13f. Elastri (1) duplicata (2) au (3) vel (a) potentia (b) potentiae aucta, L 14 restitutio. (1) Quod (2) Et sane L 15 duplo (1) fortius (2) celerius L 16 cur (1) chordis (2) chordae ejusdem partibus L

10f. *KATXK* [...] *BETVB*: Vgl. das Diagramm [Fig. 1] auf S. 353. 14f. compertum [...] vibret: Siehe etwa G. GALILEI, *Discorsi*, giornata I (Leiden 1638, S. 100 f.; GO VIII, S. 143.21–144.11) samt der Notiz N. 15 in diesem Band; M. MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre III des mouvemens, prop. 5 [6]; 13 [14]; livre III des instrumens, prop. 7 (Paris 1636, Bd. I, S. A, 169; 184 f.; Bd. II, S. D, 123–125); H. FABRI, *Physica*, tract. III, lib. II, prop. 217 (Bd. II, Lyon 1670, S. 211a). 16f. chordae [...] Monochordi: Vermutlich spielt Leibniz auf die Methode zur systematischen Darstellung der Strukturintervalle an, auf die er wahrscheinlich – unter den Begriffen *linea logarithmice divisa* bzw. *linea musica* – bereits in seinen Auszügen aus JUNGIUS' *Harmonica* verweist; vgl. N. 13 in diesem Band, S. 163.12–13, 165.7, 167.11–13. Diese Methode wird in der noch unveröffentlichten Aufzeichnung LBr 390 Bl. 81 r° in ihren Grundzügen dargelegt.

Experimenta ostendunt ad duplum tensionem circiter quadruplo pondere opus esse, ad triplicem noncuplo, sive ut chorda ad [octavam] ut vocant priorem accedit, quadrupla vi indigere. Ejus rei ratio reddi potest, ex qua tamen colligitur, magis rem circiter quam exacte veram esse.

Nempe sint duas chordae AB , LM , aequales longitudine, sed hoc differentes quod LM duplo acutiorum sonum habet quam AB , seu octava ab ea absit. Ponamus chordas ita tensas aequaliter pulsari, sic ut C medium ipsius AB perveniat in D , et N medium ipsius LM in P . Sintque AB ipsi LM , et CD ipsi NP aequales. Patet idem spatium percurri ab utraque, sed CD tempore duplo AE , at NP tempore duplo LQ . Celeritates continue crescentes, quales sunt in quovis momento temporis AE , ut G , exprimemus ordinatis IK , et quales 10



[Fig. 3]

1f. circiter (1) quadrupla ad (2) quadruplo pondere opus esse, ad L 2 octava L ändert Hrsg. 3 tamen (1) ostendit (2) colligitur, L 5 aequales (1), et vim (2) longitudine, L 9 tempore (1) dimidio N (2) dimi (3) duplo AE , at NP (a) duplo LQ . (b) simplo LQ . (aa) Porro (bb) | Sit tempus streicht Hrsg. | (cc) Celeritates L

1-3 Experimenta [...] indigere: Möglicherweise Anspielung auf MERSENNE, *Harmonie universelle*, livre III des instrumens, prop. 7, „seconde règle“ (Bd. II, S. D, 123). Dort wird aus der Praxis heraus festgestellt, dass durch höhere Anspannung einer Saite nur dann die höhere Oktave genau zu treffen ist, wenn das erforderliche vierfache Spanngewicht etwas angepasst wird. 2 ut vocant priorem: MERSENNE spricht von der *octave en haut*; vgl. *Harmonie universelle*, livre III des mouvemens, prop. 13 [14]; livre III des instrumens, prop. 7 (Bd. I, S. A, 184; 188; Bd. II, S. D, 124) 5 chordae AB , LM : Siehe das Diagramm [Fig. 3].

sunt in quovis momento temporis LQ exprimemus ordinatis ST . Quoniam autem spatium percursum repraesentatur area trilinea AEF vel LQR , et spatium utrobique idem est, erunt aequalia trilinea AEF et LQR . Quod si fingamus esse triangula, quoniam lineae AHF , LTR sic satis solent accedere rectis, habetur propositum. Nempe sit AG (dimid.
5 AE) aeq. LQ , et ei respondens ordinata seu celeritas GH . Jam AEF aeq. LQR . Ergo LQ in QR aequ. bis LQ in EF . Ergo QR aequ. bis EF . Sed EF aeq. bis GH , ergo QR aequ. quater GH .

Sed si AHF vel LTR alia sit a recta[,] non ita accurate res procedit. Nam ponamus ordinatas IK esse ut quadrata ipsarum AI . Sit EF in $a = AE$.qu, et QR in $b = LQ$.quad.
10 $AHF = \frac{1}{3}AEF = \frac{1}{3}AE^3 : a$, et $LQRTL = \frac{1}{3}LQR = \frac{1}{3}LQ^3 : b$. Jam $AHF = LQRTL$. Ergo $AE^3 : a = LQ^3 : b$. Sed $AE =$ bis LQ . Ergo $8b \cdot LQ^3 = [a \cdot LQ^3]$. Ergo $8 = a : b$ seu
a = $8b$. Et $\frac{1}{3}$ bis LQ in EF (id est AHF) aequ. $\frac{1}{3}LQ$ in QR . Ergo bis $EF = QR$. Sed GH in a seu GH in $8b$ aeq. AG .qu. aeq. LQ .qu., et QR in $b = LQ$.qu. Ergo $8GH$ aequ. QR seu QR foret octupla GH .

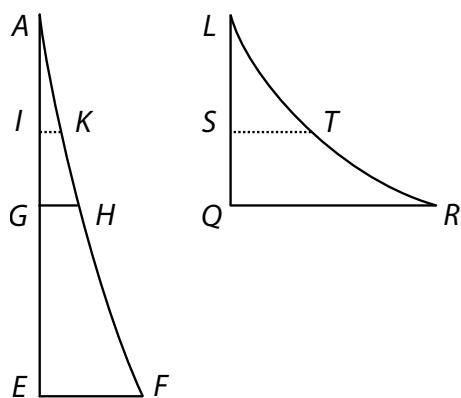
15 Idem sic ostenditur. Bis $EF = QR$. Ergo bis AE .qu. : $a = LQ$.qu. : b seu $AE =$ bis LQ . Ergo bis-quater LQ .qu. : $a = LQ$.qu. : b . Ergo rursus $[8b = a]$. Hinc si sit verum experimentum exacte cum recta lineam ut AHF valde convenire.

9 Am Rand: Possimus a considerare ut paulo ante dixi,^[a] motum puncti^[b] D ad C vel P ad N , ut reprezentantem motum totius chordae, transferendo in ipsum summam motuum reliquorum ut paulo ante dictum,^[c] cum sit centrum grav. reliquorum punctorum maneatque in motu.

^[a] dixi: S. 359.6–8. ^[b] puncti (1) C vel N , (2) D ad C vel P ad N , L ^[c] dictum: S. 352.5–7. Vermutlich aber verweist Leibniz vielmehr auf N. 32₁, S. 345.14–346.10.

2 area (1) AEF (2) trilinea AEF $L = 3 LQR$. (1) Sunt enim similia sed nec aliud inter (2) Quod si fingamus esse triangula, $L = 4$ rectis, (1) cum potest (2) habetur propositum. (a) Nam (b) Nempe sit AG $L = 5f$. LQR (1), seu (2). Ergo (a) LQ in QR (b) LQ in QR $L = 6$ in EF . (1) Ergo EF (2) Ergo QR $L = 8–10$ procedit. (1) Sit enim (2) Nam ponamus ordinatas (a) | ST erg. | esse ut quadrat (b) IK , esse [...] AI . Sit (aa) EF .qu $\stackrel{(1)}{=} (bb)$ EF in $a = AE$.qu, et (aaa) $QR = LQ$ in (bbb) QR .qu $\stackrel{(2)}{=} LQ$ in b (ccc) QR in $b = LQ$ quad. (aaaa) $AEP = \frac{1}{3}EF^3 : a$. $LQR = \frac{1}{3}(bbbb) AEFHA = \frac{1}{3}AEF$ [...] $= \frac{1}{3}LQ^3 : b$. $L = 10f$. = $LQRTL$. (1) | Ergo streicht Hrsg. | AE (2) Ergo $AE^3 : a = LQ^3 : b$. L
11 $a \cdot LQ^3 a$ L ändert Hrsg. 16 $8a = b$ L ändert Hrsg.

8 AHF vel LTR : Siehe das Diagramm [Fig. 4] auf S. 361.



[Fig. 4]

33. HYPOTHESIS DE FLUIDO ELASTICO MATERIAE INTERFUSO
 [April 1704 – Anfang 1705 (?)]

Überlieferung:

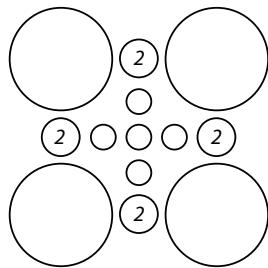
L Aufzeichnung: LH XXXV 10, 6 Bl. 37. Ein längs halbiertes Blatt 2° (32 x 10,5 cm). Eine Seite auf Bl. 37 r°. Die ersten einundzwanzig Textzeilen (bis ungefähr S. 363,2) wurden mit Bleistift aufgesetzt und nachträglich mit Tinte überschrieben; da die Bleistiftfassung weitgehend verblasst ist, lässt sich deren Übereinstimmung mit der Tintenfassung nur mancherorts feststellen. Bl. 37 v° überliefert ein Fragment eines Briefkonzeptes von Leibnizens Hand, welches voraussichtlich in *LSB* II, 4 ediert wird. Der Textträger von N. 33 hing ursprünglich mit der Handschrift LH XXXV 14, 2 Bl. 60 zusammen, die ein weiteres Fragment des letztgenannten Briefkonzeptes sowie eine voraussichtlich in *LSB* VII zu edierende Aufzeichnung über den Schwerpunkt überliefert.

Datierungsgründe: Das auf dem Träger des Textes N. 33 mit überlieferte Brieffragment gehört zum verworfenen Konzept eines Schreibens von Leibniz an W. Pulteney (d.J.), das die Herausgeber von *LSB* II, 4 auf die Zeit nach April 1704 datieren. Das Brieffragment lag zweifelsohne bereits vor, als N. 33 verfasst wurde. Hieraus ergibt sich der Terminus *post quem* der Datierung. Zur Ermittlung eines Terminus *ante quem* gilt es die nur flüchtige Bekanntschaft zwischen Leibniz und Pulteney zu berücksichtigen. Die Anzahl der Erwähnungen von Pulteney im Leibniz-Nachlass ist entsprechend begrenzt und reicht nach heutigem Kenntnisstand nicht über den Anfang 1705 hinaus (G. Guidis Brief an Leibniz vom 4. Januar, *LSB* I, 24 N. 152, S. 259,13). Somit ist wahrscheinlich, dass auch das mit überlieferte Brieffragment nicht viel später entstand. Da es nicht ausgeschlossen ist, dass Leibniz erst später die unbeschriebene Seite des Briefkonzeptes für die Aufzeichnung N. 33 verwendete, bleibt der vorgeschlagene Terminus *ante quem* aber hypothetisch.

[37 r°] Si non contactu sed vi interpositi Elastri corpus agat in Corpus efficiemus phaenomena non supponendo corpus quiescens quasi occurrere ictui alterius, sed erunt resistentiae tamen ut moles. Si porro concipiamus materiae fluidum elasticum aequaliter intelligi posse interfusum[,] licebit Massam intelligere ut divisam in partes aequales, nec aliud nisi vim elasticam utrinque in aequalia aequaliter agere nullo discrimine quiescentis aut moti[,] obtinebitur etiam effectus aequivalens ei qui evenisset sine mutatione[,] cum scilicet aequale incurrit in aequale. Addatur jam attractio corporum rursus ex fluidi interpositi impulsu, quae simul efficit, ut cohaereant corpora, et totum compositum motu centri gravitatis ex legibus aequilibrii seu vis mortuae feratur. In his omnibus tamen concipienda est quaedam materiae ad motum resistentia, quae etiam ab initio assumta restitantiam

23 sed *erg. L* 24 concipiamus (1) materiam (2) materiae *L*

daret, adeoque vim efficaret, perinde ac si corpora aequali vi restitiva occurrerent; interim distincte explicando causas, remque adeo reducendo ad mutationes insensibiles, ut evitetur mutatio per saltum, via quam proposui optima distinctissimaque est[;]⁵ etsi enim materia nostri gradus sit diversae densitatis quoad alia fluida, attamen quoad fluidum suum elasticificans ubique uniformiter disgragata, seu in partes aequales divisa concipi potest. Cum fluida nobis tenuia, huic tenuissimo rursus sint crassa, et pertusa, ut ipsius respectu caetera uniforme quid esse videantur[,] ut si tam globi majores quam minores minimis aequalibus foraminibus pertusi, vel potius in globos sui generis minimos aequales divisi intelligantur.



[Fig. 1]

Sunt autem in Systematibus concipiendi velut gradus. Sic hi globuli minimi nostri 10 Systematis fortasse sint instar planetarum Systematis inferioris.

1 aequali (1) vi respectiva concurrerent (2) | concur- *streicht Hrsg.* | (3) vi restitiva occurrerent; *L*
 4 attamen (1) quod (2) quoad *L* 8 aequalibus (1) pertusi p (2) foraminibus pertusi, *L*
 8 potius (1) in aequales (2) in globos [...] minimos aequales *L* 11 Systematis (1) major
 (2) inferioris. *L*

II. STOSS

II.A. NOTIZEN, KONZEPTE, AUFZEICHNUNGEN

34. QUOMODO CONCURSUS CORPORUM CONCIPIT POSSINT
[1671 (?) – September 1677 (?)]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 10, 7 Bl. 45. Ein Zettel (ca. 3 x 5,5 cm.); unterer Rand ausgefranst.
Zwei Seiten.

Datierungsgründe: Das Verhalten zweier sich bewegender Körper nach ihrem Zusammenstoß wird in vorliegendem Stück so beschrieben, wie es den grundlegenden Stoßregeln entspricht, die Leibniz im ersten auf 1671 (2. H.) datierten Entwurf seiner *Summa Hypotheseos physicae novae* (LSB VI, 2 N. 481) aufstellt: Gemäß dem dort formulierten dritten Fall (LSB VI, 2 N. 481, S. 338.27f.) bewegen sich die hier (Randbemerkung zu S. 370.13–15) beschriebenen Körper A und B in Richtung des ursprünglich schnelleren Körpers mit der Differenz ihrer Ausgangsgeschwindigkeiten; laut dem zweiten in der *Summa* angeführten Fall (LSB VI, 2 N. 481, S. 338.17f.) kommen zwei Körper, die mit gleicher Geschwindigkeit 10 zusammenstoßen, zur Ruhe, ganz wie in vorliegendem Stück zu lesen (S. 370.20). Als Terminus post quem für N. 34 wird damit 1671 gewählt, das Jahr, in welchem die *Hypothesis physica nova* (LSB VI, 2 N. 40) ihren Abschluss findet, von der die *Summa* ihren Ausgang nimmt. Auf die Zeit vor Paris geht auch die hier angesprochene rein mathematische Betrachtungsweise (*leges pure* oder *mere mathematicae*) zurück (*Theoria motus abstracti*, Winter 1670/71: LSB VI, 2 N. 41), die Leibniz einer physikalischen 15 Betrachtung der Stoßbewegung gegenüberstellt (*leges systematicae*, *Systema*), in der konkrete Bedingungen wie die der Elastizität zu berücksichtigen sind („*Theoria motus concreti*“ bzw. *Hypothesis physica nova*, 1670/71: LSB VI, 2 N. 40). Beide Betrachtungsweisen lassen sich auch noch in seinen Auszügen Zu 20 *Descartes' Principia philosophiae* ausmachen, die Leibniz gegen Ende seiner Pariser Zeit anfertigt (LSB VI, 3 N. 15, hier S. 215.31–216.2, S. 216.13–17, S. 216.26 f.), doch verlieren sie im Laufe der Pariser Jahre offenbar an Gegensätzlichkeit, während die Phänomene selbst mehr und mehr Leibnizens Interesse finden, woran die Auseinandersetzung mit Mariottes *Traité de la percussion* (LSB VIII, 2 N. 50) ganz entscheidend Anteil gehabt haben dürfte. Nach der Pariser Zeit stellt sich für Leibniz die konkret 25 physikalische Natur nicht mehr als Gegensatz zu einer mathematischen Beschreibung der Phänomene dar, sondern vielmehr soll Erfahrung dafür die Voraussetzung liefern. Dieser Ansatz dürfte ihn nicht nur zu einer erneuten Auseinandersetzung mit Mariotte sowie auch mit den Stoßgesetzen von Huygens geführt haben, die im Frühjahr 1677 erfolgt, und sich in Stücken (N. 35, N. 36, N. 39) niederschlägt, die davor und danach entstanden sind und gleichsam eine Brücke zwischen der Pariser Zeit und der Entstehungszeit des *De corporum concursu* (N. 58) schlagen. Geradezu programmatisch kommt dieser Ansatz, mit dem die Gegensätzlichkeit sich auflöst, in einem wahrscheinlich für Jean Bertet bestimmten 30 Brief von September 1677, der nicht abgegangen ist und sich nur als Fragment erhalten hat, zum Ausdruck (LSB II, 1 [2. Aufl.], 1 N. 158a, siehe hierzu auch die Datierungsgründe in N. 56). Darin macht

Leibniz rückblickend seine Heimreise nach Deutschland zum Ausgangspunkt neuerlicher Überlegungen zu den Gesetzen der Bewegung und nimmt sich vor, diese gleichsam als erster so vollständig wie korrekt zu formulieren und empirisch zu beweisen; er müsse hierfür aber noch grundlegende Erfahrungen bzw. Experimente (*expériences fondamentales*) anstellen, könne dabei aber auch auf schon gemachte oder leicht auszuführende Versuche zurückgreifen (*LSB* II, 1 [2. Aufl.], 1 N. 158a, hier S. 572.12–16.22f.). Eine Auflistung solcher *Expériences à faire sur le mouvement* hat sich in N. 56 erhalten, das sich ähnlich datieren lässt wie das Brieffragment. Die rein mathematische Betrachtungsweise ist damit nicht vergessen, wie das Akustik-Stück N. 4 zeigen kann, wo Leibniz jedoch zugleich Abstand davon nimmt (siehe die Datierungsgründe dort). Es ist aber wenig wahrscheinlich, dass sie weiterhin, wie in vorliegendem Stück, 10 sich als Gegensatz oder getrennt zu einer physikalischen Betrachtung der Stoßphänomene darstellt. In Stücken der Jahre 1677 und später verfolgt Leibniz den im September 1677 formulierten Vorsatz, der hier als *Terminus ante quem* für die Datierung von N. 34 gewählt wird.

[45 r^o] In omni ictu aequales sunt corporum concurrentium vires, et omne corpus non nisi propria sua [vi] ab alio resilit. Et omnis corporis *A* a corpore *B* impulsus nihil aliud est quam vis corporis *A* ab alio *B* resilientis. [45 v^o] Possibile est fortasse concipi eundem in corporibus servari conatum secundum leges compositionum motus pure mathematicas, sed quia nulla sunt corpora perfecte solida ideo fit, ut hoc non obstante leges systematicae in mundo serventur[,] ut si concipiamus constare ex meris solidis globis aequalibus, et fluido intercurrente a quo vis Elastica, oriuntur hae leges motus quas Systema requirit ita ut duo corpora = aequali celeritate concurrentia quiescere ponantur.

13–15 *An den Rändern, tlw. quer zur Schreibrichtung:* Ex legibus mere mathematicis, si corpus *A* celeritate 3 et corpus *B* celeritate 2 concurrant, pergent ambo versu[s] 3^[a] celeritate 1. Video concursum aequalium fingendum aequalem[,] alioqui nullus esset ictus^[b] in ⟨concurrentibus.⟩

^[a] „3“ bezeichnet die Bewegungsrichtung des schnelleren Körpers. ^[b]versu *L* ändert Hrsg. ^[c]ictus | in streicht Hrsg. | in *L*

14 via *L* ändert Hrsg. 14 *B erg. L* 15 *B erg. L* 16 compositionum (1) pure (2) motus
pure *L* 19 Elastica, (1) oritur haec ipsa (2) oriuntur *L*

35. EXPERIMENTA DOMINI REGNAULT PENDULIS FACTA

[Herbst 1674 (?) – Januar 1678]

Überlieferung:

L Notiz: LH XXXV 10, 8 Bl. 18. Ein Zettel (ca. 6 x 17,5 cm.); oberer und linker Rand beschnitten. Eine Seiten auf Bl. 18 r°; Bl. 18 v° leer.

Datierungsgründe: In der vorliegenden Notiz N. 35 greift Leibniz, wohl erstmals in Bezug auf die Stoßlehre, Inhalte aus B. de Monconys' *Journal de voyages* (3 Teile, Lyon 1666) auf. Hierbei bezieht er sich insbesondere auf F. Regnaulds dort veröffentlichten Brief vom 21. Dezember 1655, in dem ausführlich über Experimente zum Stoß kugelförmiger Pendel berichtet wird (ebd., Teil III: „*Lettres escriptes à Monsieur de Monconys*“, S. 52–56). In seinem Schreiben stellt Regnauld in tabellarischer Form auch empirische Messwerte dar, denen Leibnizens Aufmerksamkeit in der Notiz N. 35 am meisten gilt. 5

Den *Journal de voyages* zieht Leibniz auch in drei Pariser Texten heran, die insgesamt auf den Zeitraum zwischen den letzten Monaten 1674 und April 1675 datierbar sind: *LSB* VIII, 2 N. 8; N. 10; N. 32. Darunter beruft sich der mit der Reibungslehre befasste und von Leibniz auf April 1675 datierte Entwurf N. 32 auf ebenden Brief Regnaulds (vgl. VIII, 2, S. 273.1–4). Der Tenor dieser Andeutung lässt keinen Zweifel zu, dass Leibniz zu dem Zeitpunkt, als er N. 32 verfasste, den Brief gelesen hatte und Regnaulds empirische Ergebnisse als Herausforderung für die Stoßlehre ansah. Die Notiz N. 35 könnte demnach ebenfalls im Frühjahr 1675 oder noch in den letzten Monaten des vorherigen Jahres entstanden sein, als Leibniz sich möglicherweise mit Monconys' Werk (wieder) beschäftigte. Dass er sich zu diesem Zeitpunkt bereits lange damit auskannte, ist nicht von der Hand zu weisen, da der *Journal de voyages* seit spätestens dem Frühjahr 1671 mehrfach und zuweilen auch ausführlich im Leibniz-Nachlass Erwähnung findet (vgl. etwa *LSB* II, 1 [2006] N. 57, S. 168.20–23; IV, 1 [1983] N. 15, S. 276.5–14, 20 642.13 f.; VIII, 2 N. 84, S. 716.15 f.; N. 87, S. 722.10 f.; III, 1 N. 4, S. 24.10–18; VII, 4 N. 11, S. 167.4 ff., 171.8 ff.). Eine frühere Entstehungszeit ist folglich auch bei der Aufzeichnung N. 35 nicht auszuschließen; sie erweist sich jedoch als weniger wahrscheinlich, weil Leibnizens Augenmerk in N. 35 Inhalten gilt, die eine größere Verwandtschaft mit den drei oben genannten Pariser Texten aufweisen: An erster Stelle ist die Erhaltung bzw. Absorption der Bewegung beim Stoß zu nennen (vgl. S. 372.9–14). Auch die 25 Bemerkung im Schlussteil von N. 35 – Regnaulds empirische Messungen zum Stoß würden zeigen, dass eine Wirkung gegebenenfalls mehr Bewegungsgröße umfassen könne als ihre Ursache (S. 372.15–16) – dürfte an die Überlegungen über die Äquipollenz von Ursache und Wirkung anknüpfen, die auf die späte Pariser Zeit zurückgehen (vgl. *LSB* VIII, 2 N. 52; N. 12). Als wahrscheinlichster Terminus post quem der Datierung von N. 35 ist demgemäß die Entstehungszeit der drei einschlägigen Pariser Texte anzusehen. 30

Die in Regnaulds Brief angeführten experimentellen Messwerte greift Leibniz erneut und ausführlicher im Januar 1678 auf, als er in Hannover die *Scheda VI-II de corporum concursu* verfasst (N. 588, S. 605–614). Regnaulds Daten werden dort – zum Teil mit Hilfe eines Schreibers – zusammengefasst und tabellarisch dargestellt. Hierbei verfolgt Leibniz wohl das Ziel, die Gleichungen über den zentralen Stoß, die er im ersten Teil von N. 588 berechnet hat, durch einen Vergleich mit empirischen Ergebnissen 35 aus der „Literatur“ zu prüfen (siehe die editorische Vorbemerkung zu N. 58, S. 528.39–529.28). Somit erweist sich Regnaulds Brief als eine zentrale Quelle für Leibnizens Stoßlehre im Textkomplex *De corporum concursu*. Es wäre demgemäß zu erwarten, dass diese so bedeutsame Verwendung von Regnaulds Daten ausdrückliche Erwähnung gefunden hätte, wenn die Notiz N. 35 nach N. 588 und somit nach Januar 1678 verfasst worden wäre. Zudem hätte sich Leibniz nach Januar 1678 nicht mehr ohne wei- 40

teres darüber gewundert, dass die Bewegungsgröße nach dem Stoß gegebenenfalls zu wachsen scheine, wie dies aus dem zweiten in N. 35 angeführten Beispiel resultiere (S. 372.15–19). Denn zu der Zeit war seine Entdeckung, dass beim direkten zentralen Stoß nicht die Bewegungsgröße mv , sondern die „Kraft“ mv^2 erhalten bleibe, bereits vollzogen (vgl. N 58₁₀, S. 636.8–637.4). Januar 1678 ist aus diesen Gründen 5 als (spätester) Terminus ante quem der Datierung anzusehen. Daraus ergibt sich für die Notiz N. 35 insgesamt die vorgeschlagene Entstehungszeit.

[18 r^o] Sub finem itinerarii Monconisiani inter Epistolas ei scriptas habetur una Domini Regnault ubi ex pendulorum conflictu judicare aggressus est de percussione jam anno 1655 subjectis experimentis. Ex ligno duro fuere pilae confligentes. Magnam percusionis 10 partem ab ipsis absorberi video pilis; v. g. cum tota altitudo seu semidiameter funependuli divisa fuisse in 100 partes, et pila librae unius in pilam 16 librarum incidisset ex altitudine partium 4, tunc ipsa quidem pila accipiens immota mansit, incurrens autem reflexa tantum assurexit ad altitudinem unius partis. Reliquum ergo impetus absorptum fuit.

15 Interea accurate ibi demonstratur quantitatem motus aliquando majorem esse in effectu quam in causa, ex. grat. Agens ut 1 descendit in patiens quiescens ut [4], celeritate ut 4, quantitas motus in causa est 1 in 4 seu 4. Post ictum incurrens reflectitur celeritate ut 1, quantitate motus ut 1, excipiens vero assurget celeritate $1\frac{1}{4}$, seu quantitate motus 5. Ergo q. m. est in summa 6.

8 ex erg. L 9 experimentis (1) sed non addit ex qua materia fuerint (2) Ex ligno duro fuere L 9 confligentes. (1) Certe (2) Magnam L 12 partium (1) 8, (2) 64, (3) 4, L 12f. accipiens (1) nullo modo ass textit(2) immota mansit, incurrens autem assurexit L 16 ut | 2 ändert Hrsg. | (1) ex altitudine (2) celeritate L 18 quantitate motus ut 1, erg. L

7–9 Sub finem [...] experimentis: F. REGNAULD, Brief an B. de Monconys vom 21. Dezember 1655, in: B. DE MONCONYS, *Journal des voyages*, Teil III: „Lettres escripttes à Monsieur de Monconys“, Lyon 1666, S. 52–56 (separate Seitenzählung). Leibniz hat im Januar 1678 diese Quelle beim Verfassen der *Scheda IX de corporum concursu* exzerpiert; siehe N. 58₈, S. 605–614. 10 v. g.: Vgl. zum folgenden Beispiel: REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655, S. 53; die Wiedergabe ist nicht getreu. Siehe zudem Leibnizens Auszug in N. 58₈, S. 607. 16 ex. grat.: Vgl. zum folgenden Beispiel: REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655, S. 54; die Wiedergabe ist nicht getreu. Siehe zudem Leibnizens Auszug in N. 58₈, S. 611. 19 q. m.: *quantitas motus*

36. DE CONCURSU DUORUM CORPORUM

[zweite Hälfte November 1676]

Überlieferung:

L Notiz: LH XXXV 10, 16 Bl. 7. Ein Zettel (9,5 x 12 cm); oberer Rand abgerissen, die übrigen beschnitten. Eine halbe Seite auf Bl. 7 r°; auf Bl. 7 v° Kostenaufstellung von fremder Hand:

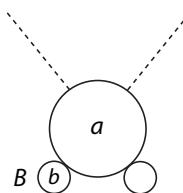
	89	13	
40 penning a 5 duit per gulden	2	16	
provisie a 2 StSt per gulden	8	19	
Vragt en bestellen pakken	-	18	5
	<hr/> fl 102	6	

Datierungsgründe: Die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Stoß sowie die Kostenaufstellung auf Holländisch sprechen für eine frühe Entstehung des Textes wahrscheinlich noch auf Leibnizens Rückreise aus Frankreich, die vom 12. bis Ende November 1676 durch die Niederlande führte.

[7 r°] Si in Globum majorem quiescentem [a] ingruat directe minor, lex haec. Sit major 1, minor 1 : n, fiet reflexio minoris $n - 1, :, n + 1$, progressus majoris $2 :, n + 1$. 10

$$\begin{array}{c}
 a \parallel v \mid x \\
 b \parallel y \mid z
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 a(v - x) &= bz & v + x = z \\
 av - ax &= bv + bx, & \text{et } x = v, a - b, :, a + b \\
 a(2v - z) &= bz, & \text{fit } z = v, 2a :, a + b \\
 x : z &= a - b, :, 2a
 \end{aligned}$$



[Fig. 1]

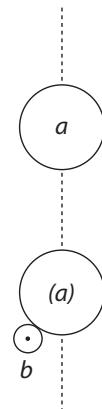
15

9 A erg. L, ändert Hrsg. 9 directe erg. L 12f. $v + x = z$ (1) $v = z - x = bz + ax$ (2) $av - ax = bv + bx$ L

[Fig. 1]: Das Diagramm zeigt vermutlich zwei mögliche Stoßrichtungen.

Si globus a incidat directe in globum quiescentem b erit celeritas globi a nova ad priorem ut $a - b$ ad $a + b$.

Si globus a motus, incidat indirecte in globum b quiescentem [*Text bricht ab.*]



[Fig. 2]

2f. $a + b$. (1) Si corpus (2) Si globus major (a) A (b) a ingruat in mino (3) Si globus (a) A (b) a motus, incidat indirecte in globum b L

37. DE LEGIBUS CONCURSUS

[Winter 1676/1677 (?) – Januar 1678]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXVII 5 Bl. 24. Ein Blatt 8°, am Rand tlw. beschnitten; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zwei Seiten.

Datierungsgründe: Gegenstand der Aufzeichnung N. 37 *De legibus concursus* – kaum mehr als eine Notiz, die skizzenhafte Gedanken festhält – ist die Kinematik des gemeinsamen Schwerpunkts zweier Körper, die sich in einem Fluidum aneinander bewegen und gegebenenfalls aufeinander stoßen. Der Titel zeigt, dass die Stoßlehre Ausgangspunkt der Fragestellung ist. Dies rückt N. 37 inhaltlich in die Nähe weiterer in diesem Band edierter Texte, in denen Leibniz im Rahmen seiner Untersuchung über die Stoßgesetze Gedankenexperimente entwirft, um das Gesetz der gleichförmigen Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts nachzuweisen: In den Entwürfen N. 39 (S. 387.22–388.6) und N. 43₂ (Randbemerkung 5 zu S. 423.1–3), welche eigenhändig auf März bzw. Mai 1677 datiert sind, liegen klare aber knappe An- 10 deutungen auf diese Thematik vor, wohingegen die im Januar 1678 verfasste *Scheda IX de corporum concursu* eine ausführliche Beschreibung ausgeklügelter Gedankenexperimente liefert (N. 58₁₁, S. 645.8–649.4). Die inhaltliche Verwandtschaft mit diesen Texten legt nahe, auch für N. 37 eine Entstehungszeit 15 zwischen Frühjahr 1677 und spätestens Januar 1678 anzunehmen.

Da Leibniz seit seiner Beschäftigung mit Huygens' Stoßlehre im Sommer 1669 das Gesetz der gleichförmigen Bewegung des Schwerpunkts kannte (vgl. *LSB VI*, 2 N. 38, S. 158.1–8, 159.3–7), ist eine auch erheblich frühere Datierung der Aufzeichnung N. 37 grundsätzlich möglich. Sie erweist sich aber als unwahrscheinlich, weil Leibniz nach heutigem Wissensstand die Kinematik des gemeinsamen Schwerpunkts aufeinander stoßender Körper erstmals in den genannten Texten N. 39 und N. 43₂ als Frage thematisiert 20 und vornehmlich in den *Schedae de corporum concursu* behandelt (zunächst in N. 58₂ bis N. 58₄). Allerdings fehlt in N. 37 – anders als in den übrigen genannten Texten aus dem Zeitraum von März 20 1677 bis Januar 1678 – der grundlegende Hinweis darauf, dass mit den entworfenen Gedankenexperimenten das Gesetz der gleichförmigen Bewegung des Schwerpunkts nur dann nachgewiesen werden könne, wenn zusätzlich die Unmöglichkeit eines *motus perpetuus artificialis* (und somit letztlich die notwendige Äquipollenz von Ursache und Wirkung) vorausgesetzt werde. Dieser bemerkenswerte Tatbestand könnte als Zeichen dafür gedeutet werden, dass N. 37 eher im Vorfeld des Entwurfs N. 39 entstand, d.h. noch im Winter 1676–1677. Aus demselben Grund kommt eine Datierung der vorliegenden Aufzeichnung auf die Zeit nach N. 58₁₁ nicht in Frage. Vielmehr dürfte N. 37 noch vor Ende 1677 entstanden sein. 25

[24 r°]

De legibus concursus

30

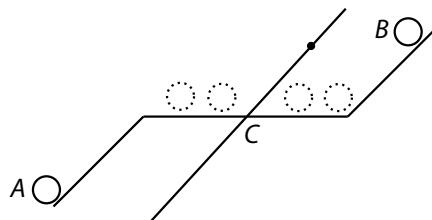
Demonstrandum est primum accuratissime, quod duorum corporum sive ascendentium sive descendentium sive concurrant sive non, semper centrum gravitatis eadem celeritate

31 est (1) in prim (2) primum *L* 32 sive (1) ante concussum sive post concussum (2) concurrant sive non, *L* 32 semper (1) in eadem recta (2) centrum gravitatis *L*

ascendat vel descendat. Quoniam nimirum gravitas totius semper eadem est, posito quod non impediatur. Sed jam video ob accelerationem et retardationem continue augeri vel minui, id ergo in calculum venire debet. Notandum tamen etiam cum impeditur, tamen in eadem semper linea ferri centrum gravitatis, etsi non semper ad easdem partes, cum nimirum partes diversimode. Cum autem non impeditur, ut autem in eadem perget linea necesse est in plano horizontali eadem ferri celeritate. [24 v^o]

Cogitandum etiam nullam amplius fore accelerationem cum sufficiens est liquidi ambientis resistentia. Itaque hoc casu necesse est, eadem celeritate ascendere et descendere. Ex his Mechanicis postea physica concludi possunt, nimirum necessario corpora gravia dura esse Elastica.

Hinc jam facilis transitus ad eum casum quo inclinatio plani est infinite parva, eo autem casu manifestum est nihil referre utcunque mutetur liquidum[,] semper enim aequa non resistit gravitati[,] vel potius fingamus corporum gravium vel levium unum ascendere alterum descendere[,] neque ullam esse accelerationem aut certe accelerationem tam esse parvam ut haberi queat pro nulla, respectu exigui spatii quod percurritur, et ob inclinationem exigua perinde erit ac si ponamus centrum gravitatis aequa celeriter procedere.



[Fig. 1]

1f. est, (1) nec a quoquam impeditur. (2) posito quod non impediatur. $L \quad 2$ sed (1) quoniam (2) jam $L \quad 2$ et retardationem erg. $L \quad 3$ Notandum tamen (1) cum (2) etiam cum $L \quad 4$ ferri (1) grave (2) centrum gravitatis, $L \quad 5$ impeditur (1) quod fit in (2) ut autem in $L \quad 8$ et descendere erg. $L \quad 9$ f. gravia (1) esse Elastica. (2) dura esse Elastica. $L \quad 13$ gravium vel levium erg. L

38. AEQUALIS PROCESSUS CENTRI GRAVITATIS

[Winter 1676/1677 – Januar 1678]

Überlieferung:

L Aufzeichnung; LH XXXVII 5 Bl. 20. Ein Blatt 8°; Fragment eines Wasserzeichens in einer Blattecke; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zwei Seiten.

Datierungsgründe: Ihrem Titel nach ist die vorliegende, skizzenhafte Aufzeichnung N. 38 einem Hauptgegenstand von Leibnizens Untersuchung über die Stoßgesetze gewidmet: der gleichförmigen Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts beim direkten zentralen Stoß zweier Körper. Im Text N. 38 wird ansatzweise der Fall erörtert, dass die zwei Körper gegenläufig entlang schiefer Ebenen gleiten, die wiederum in einem Fluidum schweben und sich aufeinander bewegen. Hiermit weist N. 38 inhaltliche Verwandtschaft mit der Aufzeichnung N. 37 auf und knüpft wie diese – aber noch deutlicher – an Texte an, in denen komplexe Gedankenexperimente das Gesetz der gleichförmigen Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts nachweisen sollten (siehe für die Details die Datierungsbegründung in N. 37, S. 375). Auch im Fall von N. 38 aber – ebenso wie bei N. 37 – fehlt in bemerkenswerter Weise jeder Hinweis darauf, dass das Gesetz über die Bewegung des Schwerpunkts nur dann mit den entworfenen Gedankenexperimenten nachzuweisen sei, wenn zusätzlich die Unmöglichkeit einer „künstlichen immerwährenden Bewegung“ vorausgesetzt werde. Demnach treffen auf die Aufzeichnung N. 38 grundsätzlich dieselben Betrachtungen zu, auf denen die Datierung von N. 37 beruht: Der Text könnte zum einen bereits im Winter 1676/1677 verfasst worden sein, während zum anderen eine Entstehung nach der *Scheda IX de corporum concursu* (N. 58₁₁), d.h. nach Januar 1678 nicht in Frage kommt. Anders aber als bei N. 37 liegt im Träger von N. 38 das Fragment eines Wasserzeichens vor, das im Leibniz-Nachlass nach heutigem Wissensstand lediglich in Handschriften aus den frühen Hannoveraner Jahren anzutreffen ist. Eine Entstehung der Aufzeichnung N. 38 vor dem Winter 1676/1677 ist folglich in diesem Fall ausgeschlossen. Hieraus ergibt sich die vorgeschlagene Gesamtdatierung.

[20 r°]

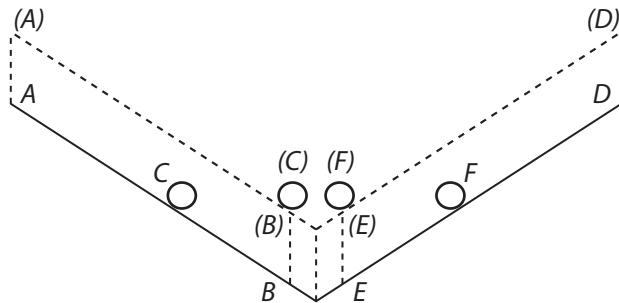
Aequalis processus centri gravitatis

Ponantur duae pilae aequales *M*, *N* eadem vi una descendere in *A* in plano inclinato *AC*, altera descendere in plano inclinato *BD*. Ipsa autem plana cogitentur in aequilibrio esse, 25 seu unum descendere alterum ascendere, et ita quidem ut cum [*Text bricht ab.*]

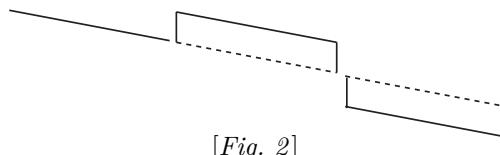
In planis inclinatis *AB*, *DE*, duo corpora *C*, *F* descendant. Ipsa interim plana eleventur, ita ut corpora *C* et *F* sibi occurrant in recta horizonti parallelia *C(C)F*.

25 descendere (1) altera descendere *B* (2) in plano inclinato *BD*. (a) Ipsum autem planum (b) Ipsa autem plana *L*

24 *M*, *N*: Die zugehörige fragmentarische Zeichnung ist in *L* gestrichen und wird hier nicht wiedergegeben.



[Fig. 1]

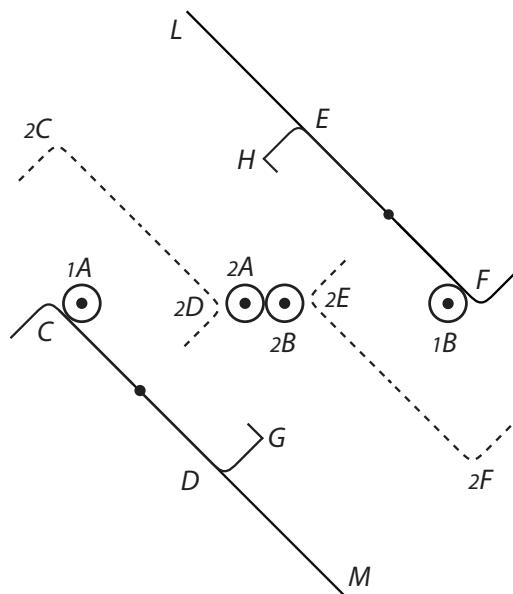


[Fig. 2]

Satus est efficere, ut uno plano descendente alterum ascendet, et uno globo ascidente alter descendat. [20 v°] In plano autem inclinato necesse est centrum gravitatis corporum descendere semper eadem celeritate, quia in toto ex duobus composito eadem est semper gravitas.

Duo sint plana parallela et aequalia CD , EF inclinata ad horizontem angulo semirecto. Altitudo unius super horizontem CF , nempe E_2E , aequalis depressioni alterius infra eundem horizontem, nempe D_2D . Sint C , $\angle D$, $\angle E$, F in eadem recta et $\angle D$, $\angle E$ sibi vicina, ita ut duobus existentibus globis A , B , illo descendente in CD vi gravitatis, [hoc] ascidente in FE vi levitatis[,] globi concurrant, perinde ac si in recta CF concurrissent (semper enim durante ascensu et descensu in eadem recta manent), in eadem linea directionis semirecta ad rectas centra conjugentes. Patet perinde fore ac si in rectis immotis $\angle C_2D$, $\angle F_2E$ concurrissent, adeoque rursus ita descendere. Ponamus autem rectas CD ,

2 autem | in streicht Hrsg. | inclinato L 3 toto | corpore gestr. | ex duobus L 5 parallela
 | CD erg. u. gestr. | et aequalia | CD , EF erg. | inclinata L 6 nempe (1) $\angle 2CC$, aequalis (2) $\angle 1D_2D$,
 aequalis (3) $\angle E_2E$, aequalis L 8f. duobus (1) aequalibus (2) existentibus (a) corporibus (aa) et
 (bb) et (b) globis A , B , | illo erg. | descendente in CD (aa) et | hoc erg. | ascende (bb) vi gravitatis,
 (aaa) illo in (bbb) | illo ändert Hrsg. | ascendente in FE vi levitatis; globi L 10f. manent) (1) angulis
 (2) linea dir (3) in eadem linea directionis (a) ang (b) semirecta L



[Fig. 3]

*EF esse in oscillatione et[,] servato parallelismo[,] contrario motu redire unde venerant, vel etiam eodem momento sibi occurrere quasi cornibus *EH*, *DG*. Patet ipsa ut venerant descendere[,] ponendo *LEF*, *MDC* similes et aequales.*

Aequalia post concussum repercuti, demonstratur ponendo differentiam utcunque parvam. Tunc enim necesse est ea fere celeritate redire qua venerunt. Hinc habentur leges concussum in plano horizontali posito dari in casu concurrentium ascendentis et descendantis. Si angulus, elevatio et depressio considerentur ut infinite parva haberetur jam horizontalis non inclinata.

2 sibi (1) con (2) occurrere *L* 3f. aequales. (1) (Patent non) (2) Aequalia post concussum repercuti, demonstratur | communi more *gestr.* | ponendo *L* 6 posito | eas *streicht* *Hrsg.* | dari *L*

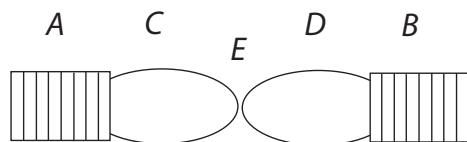
39. ELATERIUM EST CAUSA IMPERFECTIONIS IN CORPORUM CONCURSU
März 1677

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 161–162. Zwei Blätter 2°, die vermutlich ursprünglich einen Bogen bildeten; Wasserzeichen auf Bl. 161; Papierschaden an den Rändern mit geringfügigem Textverlust; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zwei Seiten auf Bl. 161, eine Dreiviertelseite auf Bl. 162 r°; Textfolge gemäß Blattzählung; der untere Bereich von Bl. 162 r° überliefert N. 41, Bl. 162 v° überliefert N. 431.
- E (tlw.) FICHANT 1994, S. 346–352.

[161 r°]

Martii 16/7/7



[Fig. 1]

- 10 Sint duo corpora aequalia *A*, *B* instructa atque armata vesicis aequbus inflatis *C.D.*
Ea concurrant in *E*. ac ponamus primo *DB* quiescere, solumque *AC* moveri.

Quaeeritur incursu *A* in *B*, utrum tantum comprimantur vesicae, an vero simul et corpus *B* nonnihil impellatur; si tantum inflatur vesica, eousque donec major sit vis Elaterii aeris quam ut impulsu ipsius *A* amplius comprimi possit, tunc vesica se rursus ab altera parte exonerans in quantum impellitur, in tantum impellet ipsum *B*, et cum eo simul abibit, sed initio tarde satis. At *A*, etsi nonnihil communicata ipsi *B* per vesicas vi debilitatum rursus assequetur, movetur enim adhuc celerius quam *B*, atque iterum comprimet vesicas ipsa separatione relaxatas, rursusque novam vim ipsi *B* communicabit, idque tamdiu donec vis ipsi *B* communicata, aequalis esse incipiat ei quae restat ipsi *A*, seu dimidia totius primae, tunc se non assequentur amplius, aequali enim celeritate

10 aequalia erg. *L* 10 aequbus erg. *L* 11 *E*. (1) impetu concursus (2) ac *L*
12 tantum (1) infletur (2) comprimantur *L* 15 parte (1) detenden (2) de (3) exonerans *L*
16 nonnihil (1) comminuat (2) communicata *L* 18 vesicas (1) ipsas (2) ipsa *L*

ferentur, sed quae prioris dimidia est. Minime ergo hac arte efficiemus ut uno *A* quiescente moveatur tantum *B*.

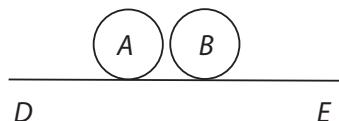
Nec proinde admittendum est, ut tantum comprimatur vesica, non vero et impellatur corpus *B*. Itaque *A* impingente in *B*, patet obstaculum quod ipsi *A* objicitur duobus modis tolli uno si impellatur *B*, altero si comprimantur vesicae [*C*, *D*]. Et primum corpus *B*, 5 impelli potest, ea conditione ut tantum decadat celeritati ipsius *A* quantum ipsi datur, cum ergo posito *A* et *B* aequales, conatum accipiat *B* eundi cum *A*, sed celeritate prioris dimidia, et *A* etiam, ideo percussionem seu mutationem, in se recipiunt vesicae, quantum enim ipsi *A* detractum est, seu quantum sensit obstaculum, tanta est percussio.

Percussio quippe sine obstaculo nulla est. Est ergo tanta quanta est diminutio vi- 10 rum ipsius *A*, seu dimidium primae vis. Ea percussio recipitur in vesicis, et vesicis se rursus aperientibus dimidium huius dimidii impe[nd]itur repellendo *A*, alterum dimidium propellendo *B*. Itaque *A* perget $\frac{1}{4}$ ta parte suae celeritatis primae, *B* vero tribus quartis. Verum hoc et experientiae et rationi contrarium. Experientiae ut notum. Rationi vero, 15 quia ita revera plus virium producitur, quam erat in producente, nempe post ictum motus ipsius *A*, motus ipsius *B*, qui simul aequales primo motui ipsius *A*, et praeterea vis vesicis percussione communicata. Aliter ergo ratiocinandum et sic quidem.

Corpus *A* impingens in *B*, duo habet obstacula alternativa, unum molem corporis *B*, alterum, Elaterium vesicarum, itaque corpus duo habet obstacula, unum ipsius vesicae, quae parum initio comprimenda est, alterum totius corporis *B* propellendi. Obstaculum 20 vesicae parvum est, corporis *B* magnum, nam si corpus *B* propellendum est, amittit corpus *A* dimidium celeritatis sua, si vero vesica parum comprimitur, tantum solummodo amittit quantum vesicae parum compressae Elaterium absunit, quod est exiguum. Patet ergo non amplius amittere debere virium corpus *A*, quam exiguo obstaculo impendit. Quaeritur tamen an illam vim impendat soli tantum Elaterio, an vero toti corpori et 25 Elaterio simul. Si soli Elaterio, tunc patet ex pluribus solum cedere debilissimum; et reliqua omnino non. Huc pertinet experimentum de pluribus Elateriis se comprimentibus,

1–3 uno (1) quiescente alterum (2) *A* quiescente moveatur *B*. (a) Sed si omnis (b) Nec *L* 3 ut (1) solum impellatur Elaterium (2) tantum *L* 3 et (1) comprimatur Elaterium (2) impellatur *L* 5 ED *L ändert Hrsg.* 6 ipsius (1) *E*, (2) *A L* 7 sed (1) ea celeritate qu (2) celeritate *L* 11 seu (1) quanta (2) dimidium *L* 12 impellitur *L ändert Hrsg.* 14 experientiae et (1) rationis (2) rationi *L* 19 Elaterium (1) ipsius (2) vesicarum, *L* 21 corporis | *B erg.* | magnum, *L* 22 vesica | parum *erg.* | comprimitur *L* 25 tamen an (1) illum (2) illam *L* 25 corpori (1) et si toti (2) et *L* 26 pluribus | debilibus *gestr.* | solum *L*

ex quibus videndum an debile cedat solum. Si vero et corpus et elaterium exiguam illam vim recipent, quaestio rursus est, quanam proportione. Videtur enim quaedam oriri replicatio, quod in quantum corpus cedit, in tantum etiam elaterio decedit. Exactissime haec discutienda, patet enim niti principiis mere metaphysicis, et praeterea experimentis posse determinari. Sed ponendo solum Elaterium vesicarum, quippe debilius corpore cedere, tunc, utique in quantum compressae vesicae, in tantum, rursus se exonerabunt, et agent tum in *A*, tum in *B*, in quantum agent in *A*, ab ipso *A* repellentur, ne mutua actione destruatur vis, in quantum agent in *B*, ipsum *B*, quippe non resistens propellent. Ut consideretur, quomodo vis Elastica repellitur ab *A*, ponamus corpus grave quod Elaterio 10 se aperire conanti sit impositum, est quaedam determinata in gravi vis descendendi, item alia in Elaterio se aperiendi. Ponamus eas duas vi[re]s esse aequales utique neque elaterium se aperiet, neque grave descendet, non tamen ideo quicquam de vi perdetur, ea enim manebit, sed nec de motu perdetur, quia corpora insensibilia eam vim causantia 15 ictibus suis repellentur seu reflectentur. Quando vero motus non est aliunde, sed in ipsis corporibus[,] tunc ambo repelli necesse est, et quidem pro virium ratione variis modis. Sed omnibus examinatis res puto eo tandem redibit, ut ambo corpora procedant in eandem enim quam ante lineam, dimidia celeritate ut supra.

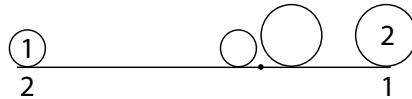


[Fig. 2]

1 an | unum *gestr.* | debile *L* 1 vero (1) totum (2) et *L* 2 enim | nova *gestr.* | quaedam *L*
 5 Elaterium (1) recipi (2) vesicarum, *L* 8 propellent. (1) In quantum vis Elastica ab *A* repulsa
 est, (2) Vis Elastica repellitur ab *A* eo modo (3) Ut *L* 9 ab *A*, (1) considerandum est quid fiat, si
 Elaterium aliquod opponat se corpori in ipsum prementi, | tunc *streicht Hrsg.* | si fortius sit corpus quam
 vis Elaterii, (a) ne (b) non putandum est, (aa) a vi prementis (bb) mob (cc) mutuo nixu (2) ponamus *L*
 11 vis *L ändert Hrsg.* 12 quicquam de (1) motu perdetur (2) vi *L* 13 motu | perdetur
 erg. | , quia *L* 13 insensibilia erg. *L*

Sed omissis vesicis sumamus corpora Elastica dura, cum scilicet Elateria non differunt a corporibus. Considerandum est ergo duobus corporibus Elasticis duris *A.B.* concurrentibus, duplarem vim exerceri, unam in propellenda corpora eo modo quo leges ferent, alter[a]m in ea dissipanda atque frangenda. Cumque nulla sit ratio cur vis actrix exerat se potius in motum corporum particularem, quam in dissipationem quae esset causa quietis, id est motus corporum cum tota massa communis. Hinc dimidia vis impendetur in corporum rupturam. Et ideo dimidia semper vis erit ipsa vis percussionis. Ponendo ergo corporum molem dimidiad ictus vim sentire, manifeste patet cur impingens quiescat, alterum vero procedat eadem vi. Nempe ictus corpus durum totum contusit, ita ut se inflectat longius, quam impellens persequitur, uti lamina percussa longius se flectit, quam impellens, quod secus est in mollibus, ut vesicis. Hinc dimidia vi in <cor>poris 5 10

1–5 *Am Rand:*



[Fig. 3]^[a]

$$\begin{array}{ll}
 2a_1b. & 1a_2B \\
 \text{celeritas} & \text{corpus} \\
 a & A \\
 b & B
 \end{array}$$

$$4aB + 2B \sqcap 6$$

^[a] [Fig. 3]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

4–6 *Am Rand: NB*

1 scilicet (1) non differt a corpore ipso, (2) Ela (3) Elasti (4) Elateria *L* 2 *A.B. erg. L* 3 vim (1) esse in natu (2) na (3) exerceri, *L* 3 corpora | versus *E gestr.* | eo *L* 4 alterum *L ändert Hrsg.* 4 frangenda (1), is (2), idem enim est vim actricem exerc (3). Cumque *L* 5 particularem erg. *L* 5 quae (1) erit (2) esset *L* 7 semper vis (1) esse (2) erit *L* 8 ergo (1) corpus dimidiad sentire vim (2) duo corpora (3) corporum *L* 8 cur (1) unum alio celerius proceda (2) impingens *L* 10 longius, quam (1) alter (2) impellens *L* 11 vesicis (1), in (2). Hinc *L*

massam impensa, altera dimidia restabit in corporibus et ambo pergent celeritate quae prioris *(est)* quarta pars, quia id quod nunc movetur, prioris duplum, ita enim motus qui nunc in ipsis est prioris dimidius *(est.)* Cum ergo *A* eat celeritate $\frac{1}{4}$ et *B* celeritate $\frac{1}{4}$ Elaterium ipsorummet se repellentium vi $\frac{1}{2}$, aequaliter eam dividet quia eor vires sunt aequales, et ita corpus *A* celeritate ut $\frac{1}{4}$ repelletur, cumque simul celeritate [161 v°] ut $\frac{1}{4}$ veniat[,] quiescat[;]¹ corpus vero *B*, quod antea celeritate ut $\frac{1}{4}$ movebatur, nunc celeritate $\frac{1}{4}$ [,] movebitur celeritate $\frac{1}{2}$. Verum sic quoque non obtinemus quae sit.

Videtur pro certo habendum ictum qui ex corporum appropinquatione oritur esse eundem, quocunque corporum moveatur aut quiescat nec videtur referre egone in parietem impingam magna celeritate, an paries in me.¹⁰

Efficit autem hic ictus, ut corpora a se invicem resilire conentur[,] quae vis resiliendi tanta est, quanta est vis concursus.

Praeterea corpora ambo post concussum pergunt eadem qua ante vi. Vis autem e concursu orta ea a se invicem repellit, in reciproca ratione molium et celeritatum id est si aequalia sint aequali. Itaque si corpora duo sint aequalia et unum impingat in aliud quiescens, tunc ipsum quiescens propelletur dimidia vi impellentis et dimidia vi resiliationis, id est tota vi impellentis, at impingens progredietur dimidia vi sua, regredietur, dimidia resiliationis. Et ita impulsu m ibit celeritate impellentis. Tantum in eo est difficultas, quod hoc modo videtur reapse multiplicari vis, tametsi in effectu destruendo fiat,¹⁵ ut multiplicatio non sentiatur, nimirum vis ictus seu concursus ab appropinquatione, separata est a vi quae corpora promovet, et tamen utraque separatim orta est ex una tantum singulis aequali. Quare si vis illa resiliendi orta diverti posset separatimque ab ipsa ferente exerceri, haberetur effectus major causa. Verum enim vero responderi potest fortasse impossibile esse ut separantur. Mihi tamen ut verum fatear suspecta est haec ratiocinatio. Certum enim est vim augere saltem aliquo tempore, quod implicare videtur.²⁰

Praeterea experimentis ex sono sumtis dijudicandum est, utrum tanta sit vis percussionis cum corpus motum incurrit in aequale quiescens, et cum duo corpora aequaliter mota sibi occurrunt.

1 celeritate *(1)* prioris *(2)* quae *L* 5 celeritate ut $\frac{1}{4}$ *(1)* recedens *(2)* repelletur, *L* 6 quiescat
| *A erg., streicht Hrsg.* | corpus *L* 15 duo *(1)* aequaliter *(2)* aequalia, quorum unum in alterum im-
ping *(3)* sint aequalia et *L* 16 ipsum quiescens *(1)* impelletur *(2)* propelletur *L* 19 destruendo
(1) effici *(2)* fiat, *L* 20 nimirum *(1)* vis a concursu *(2)* vis *L* 23 haberetur *(1)* vis *(2)* effectus *L*
23 vero *(1)* haec frustra dicendum est contingere *(2)* responderi *L* 25 aliquo *(1)* momento *(2)* tem-
pore, *L* 26f. percussio nis *(1)* cum duo corpora ae *(2)* cum *L* 28-S. 385.1 occurrunt. *(1)* Dicere
autem *(2)* Non licet *(3)* Quid *L*

Quid si dicamus totam vim quidem in percusionem insumi, et ita corpora aequaliter repelli, sed ne id fiat novam liquidi circumfusi vim efficere, quae faciat continuari praeterea motum. Tunc rem dicemus experimentis contrariam, quia corpus quod subito manu in quiete ponitur, hoc modo redingruente ictu materiae circumfusae abriperetur. Liquidum baculo agitatum corpus in eo natans in quiete collocatum, nihilominus iterum post quietem arripit. Sed secus est, si non nisi ab ipsis natantis vi agitaretur, tunc enim natante in quiete posito liquidum id ipsum postea non abripiet.

5

Experimento videtur definiri posse, an tantundem resonent duo corpora aequalia aequali motu concurrentia, ac si unum in alterum quiescens duplo celeriore ictu ferretur.

Non videtur possibile ut corpora totam vim sentiant per ictum, et ita complicantur, 10 nam si satis essent magna, et ita vim Elaterio totam continerent, et praeterea moverentur, possemus machinari motum perpetuum, ponamus enim esse duos arcus magnos aequales quorum *a* incurrit in *b*. Arcus *b* et *a* ambo incurvantur (ex hypothesi contraria) et vim ictus excipiunt, interea et corpora progrediuntur ea celeritate quae esset sublato elaterio, id est dupla datae, ergo simul et corpora impulsa procedunt, dimidia primi moti celeritate 15 et ita in motu suo totam vim continent, et praeterea vis eadem tota erat in elateriis; faciamus jam artificio aliquo, ut elateria se evitent nec invicem aut in corpus adversum rursus impingant, patet nos duplicem vim obtinuisse, unde patet hanc Mariotti ac Wallisii rationem explicandi procedere non posse, quia vim auget.

Corpus motum *m*, quiescens *q* aequalia, celeritas venientis *c*, et vis erit $mc \cap v^2$. 20 Post ictum pars ipsius vis communicabitur elaterio, quae erit p^2 , altera pars restabit corporibus *m.q*, ea ergo erit $v^2 - p^2$.

2 liquidi (1) circumeuntis (2) circumfusi *L* 3 corpus (1) semel (2) quod subito *L* 4f. abriperetur (1), ut liquidum (2). Liquidum *L* 9 concurrentia, (1) ac concurrentia vi aequali duplo (2) ac si *L* 9 quiescens erg. *L* 9f. ferretur. (1) Videtur dicendum totam vim quidem sentire corpora per ictum, et (2) Non *L* 12 magnos (1) concurrentes, quoru (2) concurrent (3) aequales *L* 15 procedunt, (1) (dimidia primi moti celeritate) (2) dimidia (*a*) priori (*b*) primi moti celeritate *L* 18 unde patet (1) duplicem (2) hanc *L* 19f. auget. (1) Vis tota *cv* ictu ipso communicatur ipsi Elaterio pars ejus (*a*) vis *p* (*b*) *p* (*c*) restabit in ipso corpore vis *p* (2) Corpus (*a*) veni (*b*) im (*c*) agens *a* (*d*) motum *m L* 20 *q* | aequalia erg. | , (1) vis (2) celeritas (*a*) vis (*b*) im (*c*) venientis *L* 20 vis (1) corporis (2) erit (*a*) *cm* (*b*) $mc \cap v^2$. *L*

18f. Mariotti [...] explicandi: Zu Wallis' und Mariottes Berechnung der Wirkung des elastischen Stoßes als Zusammensetzung der Wirkungen des vollkommen unelastischen Stoßes einerseits und der Elastizität der Körper andererseits, vgl. J. WALLIS, *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, S. 660–682 (WO I, S. 1002–1015) und Cap. XIII, S. 686–707 (WO I, S. 1018–1031) sowie E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673, Première partie, Prop. XIII, S. 68–72 und Prop. XIX, S. 115–119.

Elaterium autem resiliationem faciens dimidiam partem suaे vis communicat corpori m , alteram dimidiam corpori q sed quam illi hac retroagit, quam huic, hac propellit, ergo corporis m , celeritas qua retroagitur est $\frac{p^2}{2m}$ [,] celeritas vero qua procedit est $\frac{v^2 - p^2}{2m}$.

Corporis q celeritas qua propellitur ab elaterio est $\frac{p^2}{2q}$, et celeritas qua propellitur ab

5 impingente est $\frac{v^2 - p^2}{2m}$ (pono autem ut dixi q et m aequal[ia]). Addantur hae duae celeritates ipsius q . fiet: $\frac{v^2 - p^2}{2m} + \frac{p^2}{2q}$, vel $\frac{v^2 - p^2}{2m} + \frac{p^2}{2m} \sqcap \frac{v^2}{2m}$. Ita dimidiam vim nactum

est corpus q . et in priori m , si celeritatem retroagentem, et propellentem, a se invicem detrahentes, haberes celeritatem qua procedit, $\frac{v^2 - p^2}{2m} - \frac{p^2}{2m}$, seu $\frac{v^2 - 2p^2}{[2]m}$. Et tota vis re-

sidua foret $v^2 - 2p^2 + \frac{v^2}{2}$ ubi posito $-2p^2 + \frac{v^2}{2} \sqcap \langle 0 \rangle$ seu $p^2 \sqcap \frac{v^2}{4}$ seu $p^2 \sqcap \frac{mc}{4}$. Ergo deberet

10 Elateriis communicari quarta pars totius potentiae, et ictus concurrentium foret tantum

quarta pars vis totius, cuius rei nullam video rationem. Ergo etsi videantur addenda celeritates ipsius q . nempe $\frac{p^2}{2q}$, et $\frac{v^2 - p^2}{2m}$, ut fiat celeritas qua q progreditur $\frac{v^2}{2}$, non

tamen ideo detrahendae a seinvicem celeritates duae, una quam corpus m accipit per elateri[i] resilienciam, et altera quam habet a se, ita enim vis aliqua periret. Sed videtur

15 iterum vis illius qua invicem con⟨−⟩ duo elateria per resiliationem, quae est p^2 [,] pars ipsi

m occurrens non perire, ac proinde cum destruere nihil possit de celeritate quae est in

m , residua, nempe $\frac{v^2 - p^2}{2m}$ [,] tota ista vis $\frac{p^2}{2}$ in elaterio ipsius m recipietur, qua iterum

resiliet, altera vis $\frac{p^2}{2}$ quae in q recepta est, per resiliationis ictum, partim ipsum propell-

let, partim ejus elaterium flectet, et ita propellit q , $\frac{1}{4}p^2$, ergo celeritas ipsius q jam erit

20 $\frac{v^2}{2} + \frac{1}{4}p^2$, altera pars quae est $\frac{1}{4}p^2$ in elaterio ipsius q recepta ipsum inflectet iterum, et

1 dimidiam erg. L 3 retroagitur est (1) $\frac{v^2 - p^2}{m}$ seu $c - \frac{p^2}{m}$ at $mc - \frac{v^2 + p^2}{2}$ seu $\frac{2mc - mc + p^2}{2m} \sqcap$

$\frac{c - p^2}{2m}$ at qua procedit (2) $\frac{p^2}{2m}$ (a) et alterum q , procedit celeritate (b) | et qua streicht Hrsg. | procedit
(c) celeritas L 5 aequales L ändert Hrsg. 8 2 erg. Hrsg. 8f. tota (1) celeritas (2) v

(3) foret v (4) vis residua L 9 ⟨0⟩ seu (1) $p \sqcap \frac{v}{2}$ seu $p \sqcap \frac{\sqrt{mc}}{2}$ foret eadem vis quae prior, (2) $p^2 \sqcap \frac{v^2}{4}$ L

12 qua | q erg. | progreditur L 13 duae, (1) unam (2) una L 14 elaterium L ändert
Hrsg. 19 ita (1) elaterium (2) prius (3) et (4) propellit L

fiet postea secunda resilitio, quam elaterium ipsius m faciet vi $\frac{1}{2}p^2$, et elaterium ipsius q vi $\frac{1}{4}\langle p^2 \rangle$ quorum concursu rursus nova vis procedendi dabitur ipsi q , et ita ibit q vi, $\frac{v^2}{2} + \frac{1}{4}p^2 + \dots$ et quoniam resilitiones repetentur plurimae quas etiam sonus qui ictu fit indicat, hinc qualibet resilitione nova vis accedet ipsi q . Idque tamd*(iu)* [162 r^o] donec q progressu suo ita recedat ab ipso m , ut non amplius elateres eorum se resilendo attingant. Si vero omnes resilitiones fierent usque ad quietem, seu omnimodam resilitionum fatigationem, antequam posset elongari m a q , tunc tota vis denique exhausta in elateriis reperiretur in ipso q , et ita exakte perfecteque vis ipsius m transferretur in q . Nunc vero quia plurimae quidem et fortissimae resilitiones ipsius q fiunt ante elongationem, si scilicet ictus sit fortis, (ut sonus indicat qui fit ab istis resilitionibus;) hinc maxima pars ipsius potentiae 10 venientis m , transfertur in q , et reliquum ipsius m tam exiguum est, ut vix appareat quod ultra progrediatur, aut si statim quiescit ratio est quia etiam m paulo minor quam q .

Ex his colligo tantum abesse ut Elaterium sit vera causa resilitonis, reflexionis et aliorum id genus ut contra sit causa imperfectionis, et corpora perfecte leges sint observatura si Elaterio careant, et omnino dura atque inflexilia sint.

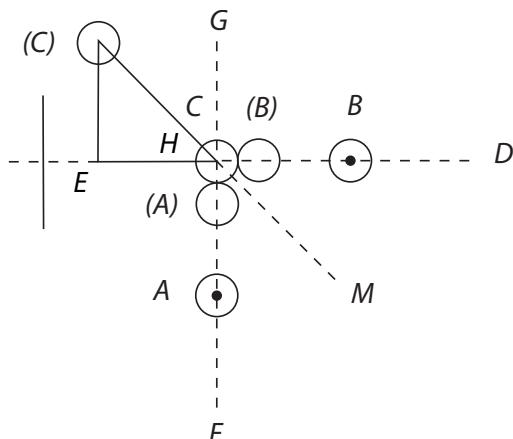
15

Itaque abstracte stabilienda hae duae propositiones. Prima effectus aequipolleat causae plenae, altera, vis tota irresistibilis est; secundum priorem eadem semper quantitas motus servatur, secundum posteriorem, semper corporum centrum gravitatis in eadem recta aequaliter progreditur. Porro prius patet ex sola ipsius potentiae consideratione, si scilicet supponamus, potentiam quamlibet esse determinatam, nec nisi certum effectum 20 producere posse, si nulla nova vis accedat vel decedat unde et motus perpetuus efficax tollitur, et motus destructio. Posterius vero de processu in linea recta videtur tum ex eo rationi consentaneum, quod non videretur alia ratione conciliari rectius et motuum et determinationum contrarietas ne scilicet cum Cartesio soli determinationi transcribamus immutationis necessitatem. Sed videtur Geometrico^{teros} esse demonstratio per poten- 25

2 concursu (1) credibile est fieri (2) rursus nova (3) et (4) rursus L 2 ita (1) hoc (2) ibit L
 3 plurimae (1) hinc (2) quas L 3 qui | ex gestr. | ictu L 4 ipsi q . (1) Quodsi ergo (2) Idque L 4 donec q (1) procedat (2) procedens rec (3) progressu L 6 fierent (1) ante (2) usque L
 9 quidem (1) fortissime (2) et fortissimae (a) resolutiones (b) resilitiones L 14 perfecte (1) futura
 (2) sint (3) leges L 17 altera, (1) conatus na (2) vis (a) naturae (b) tota L 22 tollitur, et
 (1) quies (2) motus L 23 non (1) videtur (2) videretur L 25 necessitatem. (1) Alia est ratio
 (2) Sed L

23–25 conciliari [...] necessitatem: R. DESCARTES, *Principia Philosophiae*, Pars II, §44, Amsterdam 1644, S. 59 (*DO VIII.1*, S. 67).

tiam. Nimirum ostendit Torricellius in corporum gravium collectationibus semper totius centrum gravitatis aequaliter in linea recta descendere. Jam videamus an non eodem modo ostendi possit si in aqua alia corpora ut plumbea descendant, alia ut lignea ascendant, debere centrum gravitatis post concursus adhuc descendere vel ascendere (prout alterum fortius est) idque eadem semper celeritate[;] et alioqui vel aliquam virium diminutionem sine reagente; vel augmentum virium seu motum perpetuum sequi.



[Fig. 4]

Pulcherrima ratione cognovi alias regulas omnes esse limitandas per hanc de servatione virium nec proinde tam impetu mechanico quam ratione Metaphysica cuncta constare. Rectae DE , FG se secant ad angulos rectos in H , ubi sit positus globus C , in quem in rectis DE , FG celeritatibus $B(B)$, $A(A)$ incurvant globi aequales ipsi C et inter se, B , A . Posito quod corpus quiescens a moto impulsum totam ejus vim accipit, ergo C ob

1 gravium (1) ictu (2) collectationibus L 3 si in (1) liquido (2) aqua L 3 corpora (1) nempe (2) ut L 7f. de (1) cavendo (2) servatione L 9 sit (1) positum corp (2) positus globus L 9 quem (1) celeritati (2) in L 10 $FG \mid FA$ gestr. | celeritatibus L 10 ipsi | C erg. | et L 10f. B , A . (1) patet (2) Posito L 11-S. 389.1 ergo | ergo streicht Hrsg. | C ob A (1) perget (2) tendet L

1f. Nimirum [...] descendere: Vgl. E. TORRICELLI, *De motu gravium*, Liber I, in *Opera Geometrica*, Florenz 1644, S. 99 (TO II, S. 105). 2–5 videamus [...] celeritate: Die Ankündigung wird hier nicht eingelöst. Ähnliche Gedankenexperimente werden in N. 37, N. 38, den Anmerkungen am Anfang von N. 43₂ (S. 423.1–3), sowie in *De corporum concursu, Scheda nona* von Januar 1678 (N. 58₁₁), angedeutet oder durchgeführt.

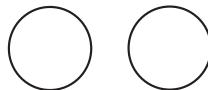
A tendet recta FG , celeritate $CG \sqcap A(A)$ et C ob B tendet recta DE , celeritate CE , ergo componendo haec duo tendet recta et celeritate $C(C)$ at (A) et (B) ibi quiescent. Ergo perdita est celeritas seu vis, seu pro celeritate ut $GC + EC$ laterum habetur celeritas ut diagonalis quod est absurdum. Absurdum esse ostendo, quia sic habetur motus perpetuus, nam vicissim qua ratione hic imminuitur vis, eadem ratione et augebitur. 5
 Nam ponamus venire corpus ex (C) in C , celeritate ut (C) C ibique invenire quiescentia (B), (A). Impellat ea in B , A , celeritate (B) B , (A) A . Aucta est ergo celeritas unde facile motus perpetuus, si haec corpora impetu accepto ascendere faciamus, aut si corpora A , B , C non in plano horizontali incedant, sed sint pendula. Unde ex receptis omnium hactenus principiis haberetur infallibiliter motus perpetuus[,] etiam Cartesii, quia etsi is 10 dicat quiescens non impelli quantocunque impulsu moti, tamen si pro quiete ponamus mediocrem celeritatem res eodem redibit. Et ita destruent propria principia de eadem motus quantitate.

Ait Hugenius in *Diario Gallico* anno 1669. 18 Martii:

La quantité du mouvement de deux corps se peut augmenter et diminuer par leur 15 rencontre, mais il y reste toujours la même quantité vers le même costé, en soustrayant la quantité du mouvement contraire.

La somme des produits faits de la grandeur de chaque corps dur multiplié par le quarré de sa vitesse est toujours la même devant et apres la rencontre.

Haec si ita sunt, certum est motum perpetuum haberi. 20



[Fig. 5]

Si duo corpora aequalia aequali vi concurrant, ambo eadem celeritate repelluntur. Si vero major sit celeritas unius celeritas est permutata.

1 et (1) ob B (2) $C L$ 1 B tendet recta (1) FG (2) DE, L 3 $GC + EC$ (1) habet (2) laterum L
 9 A, B, C erg. L

10f. Cartesii [...] moti: R. DESCARTES, *Principia Philosophiae*, Pars II, §49, Amsterdam 1644, S. 60 (*DO* VIII.1, S. 68). 12f. propria [...] quantitate: a.a.O., §36, S. 53f. und §§40–43, S. 57–59 (*DO* VIII.1, S. 61f. und 65–67). 14 Ait [...] Martii: C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO* XVI, S. 179–181).
 15–17 *La quantité [...] contraire*: a.a.O., §5, S. 23. 18f. *La somme [...] rencontre*: a.a.O., §6, S. 23.

40. EX DUOBUS REGULIS CONCURSUS CONSEQUENTIAE

März 1677

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 144–145. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen in der Mitte von Bl. 145; Papiererhaltungsmaßnahmen; Papierbruch an den Blatträndern mit geringfügigem Textverlust. Eine Seite auf Bl. 144 r°. Auf Bl. 144 v° und 145 r° sowie im Randbereich von Bl. 144 r° wird N. 42₁ überliefert. Die unteren zwei Drittel von Bl. 145 r° und der obere Rand von Bl. 145 v° überliefern N. 42₃. Bl. 145 v° und der untere linke Bereich von Bl. 144 v° überliefern N. 43₂.

E (tlw.) FICHANT 1994, S. 356f.

[144 r°]

10

Martii 1677

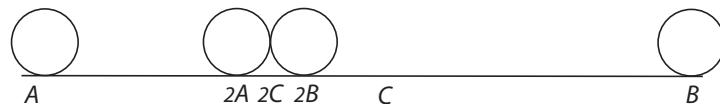
Regulae duae:

(1) Eadem est potentia corporum ante et post concursum.

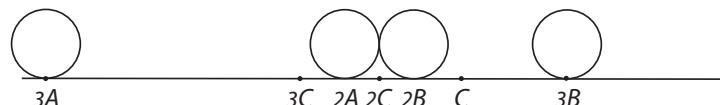
(2) Centrum gravitatis corporum aequaliter procedit ante et post concursum. Seu eadem est directio aggregati corporum ante et post concursum.

15

Ex his reliqua derivemus.



[Fig. 1]



[Fig. 2]

Sint duo corpora aequalia A , B , concurrentia celeritatibus inaequalibus $A \neq B$. Centrum gravitatis eorum erit in medio distantiae C , nempe ita ut sint AC et BC aequales. Concursu translatum erit in zC , adeoque via centri gravitatis erit $C \neq C$. Post

11–15 Regulae [...] derivemus. erg. L

12 est (1) vis (2) potentia (a) ante et post concursum
(b) corporum L

concursum intellegimus nihilominus centrum gravitatis aequaliter procedere in $3C$, et esse $2C_3C$ aequ. C_2C . Quaeruntur loca jam in qu[ae] A et B post concursum eadem qua ad concursum venere celeritate deferentur, seu quaeruntur puncta $3A$, $3B$.

Patet ante omnia $3A_3C$ esse aequalem ipsi $3B_3C$.

Patet quoque $2A_3A + 2B_3B$ aequare debere $A_2A + B_2B$, ex eo qui[a] eandem vim servatam esse necesse est, ac proinde eandem quantitatatem celeritatum in corpora ductarum, id est (quia corpora aequalia sunt) eandem longitudinem rectarum percursarum. Addatur utrobique $2A_2B$, fiet $\underbrace{3A_2A + 2A_2B + 2B_3B}_{3A_3B} \sqcap \underbrace{A_2A + 2A_2B + 2BB}_{AB}$. Quia ergo AB

et $3A_3B$ aequantur, ergo et dimidiae, AC , $3A_3C$, BC , $3B_3C$ aequabuntur. Ergo si ex punto $3C$ dato velut centro, radio autem AC describatur circulus[,] is rectam in qua corpora decurrent secabit in punctis $3A$, $3B$. Eaque proinde habentur. Hinc patet corpora AB inter se permutasse celeritatem.

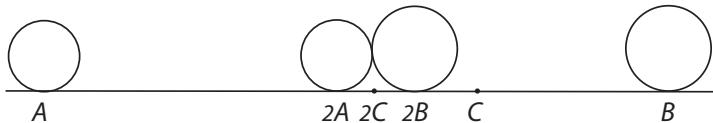
Nam corpus A	quod venerat in $2A$	celeritate A_2A	redit in $3A$
.....	B	$2B$	B_2B
	celeritate	$2A_3A$	aequali
		B_2B	
	$2B_3B$	A_2A .

Esse autem $2A_3A$ aequ. B_2B et $2B_3B$ aequ. A_2A sic demonstratur.

$2A_3A$ aequ.	$\underbrace{3C_3A}_{AC \sqcap BC}$	$+ \underbrace{2C_3C}_{C_2C}$	$- \underbrace{2C_2A}_{2C_2B}$	} Ergo $2A_3A$ aequ. B_2B , et eodem modo
B_2B aequ.	BC	$+ C_2C$	$- 2C_2B$	

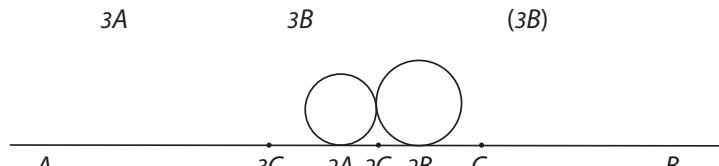
erit [$2B_3B$] aequ. A_2A .

Sint jam duo corpora inaequalia, A, B, eaque ponantur ferri celeritate aequali usque ad concursum, quaeritur quid sit futurum post concursum.

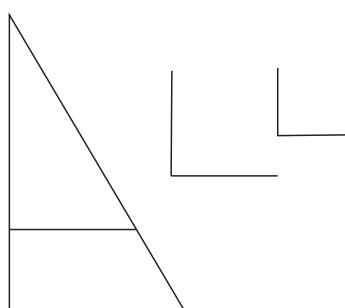


[Fig. 3]

2 in | quibus ändert Hrsg. | (1) consistent (2) A L 2 concursum (1) ea qua (2) eadem L 5 B2B
 (1). Ergo (2), ex eo | qui ändert Hrsg. | eandem L 7f. percursarum. (1) Ergo erit (2) Addatur L
 8 $\underbrace{A_2A + 2A_2B + 2BB}_{AB}$ (1). Ergo cum detur punctum 3C, medium rectae (2) Quia L 16 2B3A L
 ändert Hrsg.



[Fig. 4]



[Fig. 5]

In ipsa AB summa[t]ur C , centrum gravitatis corporum A [$,$] B , ita ut AC sit ad BC , ut B ad A . Eodem modo habebitur punctum εC , erit enim $\varepsilon A \varepsilon C$ ad $\varepsilon B \varepsilon C$, ut B ad A , seu ut AC ad BC . Datis ergo punctis C et εC , datur etiam punctum εC , quia $\varepsilon C \varepsilon C$, aequ. $C \varepsilon C$. Porro potentia corporum ante concursum erat factum ex corporibus in celeritatem hoc 5 loco communem, et quia celeritas illa hoc loco est $\varepsilon A A$ vel $\varepsilon B B$ aequales, corpora vero repraesentari possunt, B quidem recta AC , et A recta BC . Ideoque potentia corporum tota repraesentabitur per $AC + CB$, $\sim \varepsilon A A$ seu $AB \sim \varepsilon B B$. Ut ergo aequalis sit haec potentia etiam post concussum, ideo necesse est BC in $\varepsilon A \varepsilon A$, $+ AC$ in $\varepsilon B \varepsilon B$ aequari ipsi AC in $\varepsilon A A$, $+ CB$ in $\varepsilon A A$.

10 $\varepsilon A \varepsilon A \sqcap \underbrace{\varepsilon C \varepsilon C}_{C \varepsilon C} + \varepsilon C \varepsilon A - \varepsilon C \varepsilon A \text{ et } \varepsilon B \varepsilon B \sqcap \varepsilon B \varepsilon C + \varepsilon C \varepsilon C - \varepsilon C \varepsilon B$ si corpus B progreedi pergit. Est $\frac{\varepsilon C \varepsilon B}{\varepsilon C \varepsilon A} \sqcap \frac{BC}{AC}$. Ergo erit $\varepsilon C \varepsilon B \sqcap \frac{BC}{AC} \varepsilon C \varepsilon A$. Unde in ae-

1 sumantur L ändert Hrsg. 4 Porro (1) vis (2) potentia (a) ante (b) corporum L 6 potentia (1) haec reprae (2) corporum L 10f. $+ \varepsilon C \varepsilon C$ (1) \dagger (2) $- \varepsilon C \varepsilon B$ | si corpus B progreedi (1) continuat (2) pergit erg. | . Est L

quatione praecedenti explicando $2A_3A$, $2B_3B$, $3C_3B$ fiet: $C_2C \sim BC$, $+3C_3A \sim BC$, $- \underbrace{2C_2A \sim BC}_{\sqcap 0}, +2B_2C \sim AC$, $+C_2C \sim AC$, $- \frac{BC}{AC} 3C_3A \sim \boxed{AC} \sqcap AC \sim A_2A$, $+CB \sim A_2A$. At $3C_3A \sim BC$ destruetur et restabit $C_2C \sim BC \sqcap A_2A \sim AC$ seu $A_2A \sqcap C_2C$.

AC vel B_2B

Quod est absurdum, nam si $B_2B \sqcap C_2C$ erit $2B_2C \sqcap BC$ quod est absurdum.

Huic absurditati non licet aliter mederi, quam faciendo ut $2B$ non perget, sed regrediat. Quod ut fiat punctum $3B$ sumendum in contrariam partem, ita erit enim $2B_3B \sqcap 3B_3C - \underbrace{2C_3C - 2B_2C}_{-2B_3C}$.

Nimirum cum necessario $3C$ sit inter $3A$ et $3B$ quippe eorum centrum, et ob impentrabilitatem, necessario $3B$ maneat ad partem dextram $3A$ ad sinistram, ideo alterutrum necesse est[:] vel $3B$ cadere inter $3C$ et $2B$, seu corpus B progredi ex $2B$ in $3B$ [.] et tunc erit $2B_3B$ aequ. $2B_3C - 3B_3C$, quod absurdum parere ostendimus. Vel necesse est $2B$ cadere inter $3B$ et $3C$, et tunc B regredietur ex $2B$ in $3B$, fietque $2B_3B \sqcap 3B_3C - 2B_3C$.

Hinc patet [si] duo corpora perfecte dura utcunque inaequalia in eadem recta sibi occurrant aequivelociter, necessario repelli ambo, ac proinde etiam maximum corpus a minimo aequiveloci repellit. Jam et aequale ab aequali repellitur, si aequivelocia sunt, itaque illud generale erit: si duo corpora aequivelociter sibi in eadem recta occurrant, ambo repellentur, atque ita motus corporis maximi a minimo occurrente aequivelociter in contrarium verti potest. Quod videtur paradoxum, et ab omni ratione alienum, experientiae quoque contrarium, in omnibus quae apud nos sunt corporibus. Interim calculum absolvemus:

$2A_3A \sqcap 2A_3C + 3C_3A$. Ergo fiet:

$$2A_3C \sim BC, + \underbrace{3C_3A \sim BC}_{3B_3C \sim \frac{AC}{BC}}, + \underbrace{3B_3C \sim AC}_{3C_3A \sim \frac{BC}{AC}} - 2B_3C \sim AC \sqcap A_2A \sim AC$$

vel $B_2B \quad BC$

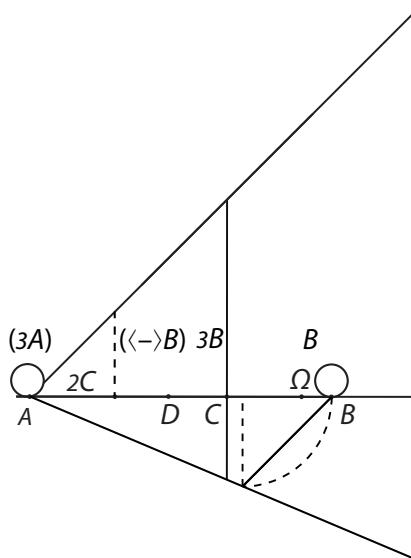
20

2f. $CB \sim A_2A$. (1) Quod si jam (a) \dagger (aa) BC (bb) 3 (cc) $BC \sqcap (b)$ fiet $3C$ (2) At L 5f. faciendo (1) $\dagger \sqcap +$ seu $2B_3B \sqcap 2B_2C + 2C_3C + 3C_3B$. Quod fiet (a) si (b) si (c) $3B$ sumendo in contrariam partem,

ita ut corpus | ex erg. | $2B$ regredi intelligitur, (2) ut $2B$ [...] erit L 10 et $2B$, (1) et erit (2) seu corpus [...] in $3B$ L 11 $3B_3C$, (1) vel (2) quod L 13 suo L ändert Hrsg. 17 repellentur, (1) ita a (2) atque L

$$\begin{array}{c}
 \frac{\begin{array}{c} A_2A \\ \text{vel } B_2B \end{array} \sim AC}{\boxed{2}BC} \quad \frac{\begin{array}{c} +_2B_3C \sim AC \\ -_2A_3C \sim BC \end{array}}{} \\
 \text{Ergo } 3A_3C \sqcap \frac{\begin{array}{c} A_2A \\ \text{vel } B_2B \end{array} \sim AC}{\boxed{2}AC} \quad \text{et } 3B_3C \sqcap \frac{\begin{array}{c} +_2B_3C \sim AC \\ -_2A_3C \sim BC \end{array}}{\boxed{2}AC}.
 \end{array}$$

$_2B_3C \sqcap 2B_2C + 2C_3C.$ $2A_3C \sqcap -_2A_2C + 2C_3C[,]$ $2B_3C \sim AC - 2A_3C \sim BC \sqcap 2B_2C \sim AC, +_2C_3C \sim AC, +_2A_2C \sim BC - 2C_3C \sim BC \sqcap$ bis $\underbrace{2B_2C \sim AC}_{2A_2C \sim BC} + 2C_3C \sim +AC - BC.$



[Fig. 6]

1 Bezogen auf $+_2C_3C \sim +AC$: posito puncta $2A, 2B, 2C$ coincidere.

[Fig. 6]: Ein Teil der Zeichnung erstreckt sich auf Bl. 145 v°. Durch Abrieb im Bogenfalzbereich ist die Beschriftung oberhalb der Linie AB tlw. nicht mehr lesbar.

$$(A)C \quad (B)C. \quad \frac{AC}{BC} \sqcap \frac{b}{a} \sqcap \frac{\cancel{2A2C}}{\cancel{2B2C}} \sqcap \frac{x}{\cancel{a}}.$$

$$\frac{b}{x} \quad \frac{a}{\cancel{x}} \quad \frac{\cancel{b}}{c}$$

$$3A2C \text{ sit } x \text{ et } 2B2C \text{ sit } \frac{a}{b}x. \text{ Et sit } CD \sqcap d \sqcap D2C. \text{ Erit } D3A \sqcap \frac{d}{D2C} + \frac{3A2C}{x}. \text{ Et jam}$$

$$D3(B) \sim b, , + D3(A)a \sqcap \underbrace{DBb}_{g} + DA, a.$$

$$\text{Et } D2(B) \sqcap \frac{D2C}{d} \neq \underbrace{\cancel{3B2C}}_{\frac{a}{b}x}.$$

Ergo $da + xa \neq db + ax \sqcap ac + bg.$

Si \neq sit – fiet $+d \sim a \sqcap +g \sim b.$ Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{g-d}{d-c}$ seu $\frac{BC}{AC} \sqcap \frac{CB}{-A2C}$ si sit D inter A et $C.$ Sed si C inter D et A tunc fiet $\frac{BC}{AC} \sqcap \frac{\Omega B}{AC}$ quae absurdum. Itaque faciemus $da + xa - db + xa \sqcap ac + bg$ seu $x \sqcap \overline{b-a \sim d} + \frac{ac+bg}{2a}$ seu $x \sqcap \frac{bd}{2a} + \frac{c-d}{2} + \frac{bg}{2a}.$

- 1f. $\frac{x}{\frac{a}{b}x}.$ (1) AC sit x et BC (2) $3A2C$ sit x et $2B2C$ L 2. $d \sqcap$ (1) $D(C)$ (2) $D2C.$ Erit (a) $D(A)$
- (b) $D3A$ L 3. $\sim b, , +$ (1) $D2(A)a$ (2) $D3(A)a$ L 4f. $\underbrace{\cancel{2B2C}}_{\frac{a}{b}x} | \text{Vel } 22(B) \sqcap \frac{b}{a}x - d \text{ gestr.} | \text{Ergo } L$

41. PROPOSITIO FUNDAMENTALIS TOTIUS SCIENTIAE MECHANICAE
 [März – Mai 1677]

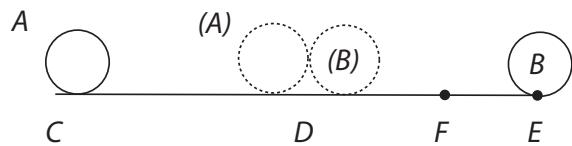
Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 162. Ein Blatt 2°; Papierschaden an den Rändern; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eine Viertelseite auf Bl. 162 r°; der obere Bereich von Bl. 162 r° überliefert den Schlussteil von N. 39, Bl. 162 v° überliefert N. 43₁. Vermutlich bildete 5 der Träger ursprünglich einen Bogen mit LH XXXVII 5, Bl. 161.
- E (tlw.) FICHANT 1994, S. 352.

Datierungsgründe: Das vorliegende Stück wird unmittelbar im Anschluss an N. 39 überliefert, das Leibniz eigenhändig auf März 1677 (a. St.) datiert hat, weist aber Unterschiede im Schreibduktus und in der Feder auf. Die Rückseite desselben Blattes überliefert wiederum N. 43₁, das sich auf den Zeitraum 10 März bis Mai 1677 (a. St.) datieren lässt. Unter der Annahme einer durchgehenden Beschreibung des Bogens, die durch die thematischen Überschneidungen der Stücke bekräftigt wird, kann N. 41 ebenfalls auf den Zeitraum März bis Mai 1677 (a. St.) datiert werden, jedoch vor N. 43₁.

[162 r°] Propositio fundamentalis totius scientiae Mechanicae: Datis corporibus quotcumque nihil ab aliis extra ipsa sumtis patientibus, eadem semper manet potentia et directio totius aggregati. Potentia est quantitas effectus, quem res aliqua producere potest. Directio est linea motus, vel si curva sit ejus tangens; directio totius aggregati eadem est quae directio centri gravitatis. Nulla enim alia totius directio intelligi potest. In aggregato corporum quotcumque sibi relicto eadem semper potentia et directio totius aggregati servatur. Cum enim sibi relictum esse intelligamus, nihil est quod mutet. Servatur ergo potentia et directio non quidem partium, eae enim invicem patiuntur, augentque et minuunt potentiam, et mutant directionem; sed totius. Est autem directio totius eadem 20 quae directio certi alicujus puncti. Quod semper progredi necesse est.

13 [162 r°] (1) Duae propositiones fundamentales totius scientiae (a) de Motu: E (b) Mechanicae: (1) eadem semper manet potentia | seu vis *gestr.* | (2) eadem semper manet (aa) directio (bb) determin (cc) directio. (2) Propositio L 13 Mechanicae (1) Sumto quodam corporum aggregato nihil ab extrinseco | in *streicht Hrsg.* | (2) Datis (a) aliquot (b) corporibus L 13f. quotcumque (1) nihi (2) quae nihil ab aliis pati intelli (3) ab (4) nihil (a) aliunde (b) aliunde (c) ab (aa) extrinseci (bb) aliis L 14 ipsa (1) patientibus (2) sumtis L 18 directio (1) conservatur (2) totius L



[Fig. 1]

Sit corpus A , ejus celeritas $a \sqcap CD[,]$ corpus B , ejus celeritas $b \sqcap DE[,]$ distantia corporum $a + b \sqcap CE$, punctum concursus D . Sit centrum gravitatis $[F]$. Erit $CF \sqcap B$. et $FE \sqcap A$.

42. DE REGULIS CONCURSUS APUD HUGENIUM ET MARIOTTUM

[März – Mai 1677]

Die vorliegenden drei Stücke weisen eine gemeinsame Entstehungsgeschichte auf: N. 42₁ und N. 42₃, in sehr kurzem zeitlichen Abstand bzw. unmittelbar nacheinander auf demselben Träger verfasst, halten, in Form von kommentierten Auszügen, die Ergebnisse von Leibnizens erster bekannter Auseinandersetzung mit den Stoßgesetzen von Huygens und Mariotte in der Hannoveraner Zeit fest; N. 42₂ ist die kurze, summarische Reinschrift eines Abschnitts der Besprechung von Huygens in N. 42₁.

N. 42₁ enthält einen fast vollständigen Auszug aus, und eine kritische Besprechung von, Huygens' französischem Aufsatz „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“ (*JS* vom 18. März 1669). Bereits in der Mainzer Zeit, wenige Monate nach Erscheinen der lateinischen Fassung von Huygens' Aufsatz („A summary account of the laws of motion“, *PT* von April 1669), hatte Leibniz sich mit dessen Stoßlehre befasst, wovon das Stück „De rationibus motus“ (*LSB* VI, 2 N. 381) zeugt. N. 42₃ ist Mariottes *Traité de la percussion* (Paris 1673) gewidmet. Leibnizens erste ausführliche Auseinandersetzung mit Mariottes Abhandlung fand in der Pariser Zeit statt und schlug sich in den kommentierten Auszügen aus den letzten Monaten von 1674 nieder (*LSB* VIII, 2 N. 50).

Zur Datierung der kommentierten Auszüge N. 42₁ und N. 42₃ lassen sich ihre Verhältnisse mit den anderen beiden auf diesem Bogen überlieferten, von Leibniz eigenhändig datierten Stücken heranziehen. Auf dem Bogen finden vier Stücke Platz: Auf der ersten Seite (Bl. 144 r°) befindet sich hauptsächlich N. 40 von März 1677 (hinzukommt der Schlussteil von N. 43₂); auf der zweiten und dritten Seite folgen N. 42₁ und N. 42₃ unmittelbar und nahtlos aufeinander; die vierte Seite (Bl. 145 v°) überliefert den Hauptteil von N. 43₂ von Mai 1677. Unter Annahme einer durchgehenden Beschreibung des Bogens erscheint die Hypothese einer Entstehung der mittleren Stücke, N. 42₁ und N. 42₃, zwischen den beiden übrigen (also zwischen März und Mai 1677), zunächst plausibel. Folgende zwei Umstände bekräftigen die Hypothese.

Erstens bezeugt die Lage einer auf Bl. 144 r° befindlichen, dennoch zu N. 42₁ zugehörigen Bezeichnung eines „siebten Falls“ (S. 404.12–15) die spätere Entstehung von N. 42₁ relativ zu N. 40. Diese Rechnung wurde auf Bl. 144 r°, nach Abfassung des dort befindlichen Hauptteils von N. 40 (März 1677), am frei gebliebenen linken Seitenrand quer zur Schreibrichtung nachgetragen. Sie kann allerdings nicht N. 40 zugeordnet werden; vielmehr ist sie als Bestandteil von N. 42₁ anzusehen, da Leibniz in der zweiten Hälfte von N. 42₁ die Regel aus Huygens' Aufsatz algebraisch formalisiert, seine zehn Fälle auflistet und sie einzeln bewertet. Der Randtext auf Bl. 144 r° entspricht tatsächlich Huygens' siebtem Fall. Wahrscheinlich hat Leibniz diese Rechnung während der Abfassung von N. 42₁ wegen Platzmangels auf der Rückseite, d.h. auf Bl. 144 r°, niedergeschrieben. Erst danach brachte er im noch unbeschriebenen Bereich am linken Rand von Bl. 144 r° den Schlussteil von N. 43₂ (Mai 1677) unter.

Zweitens gibt die Randanmerkung am oberen linken Rand von Bl. 145 v° (S. 422.9), mit der Leibniz das Stück N. 43₂ auf Mai 1677 datiert, zugleich Aufschluss über die Entstehung von N. 42₃. Dort merkt er an, dass die „soeben erst“ (also wohl in N. 43₂) gesicherten Erkenntnisse zum Stoß „in den vorangehenden Seiten“ (d.h. Bl. 144 r°–145 r°) noch nicht berücksichtigt worden waren. Dieser Umstand bestätigt, dass Leibniz N. 43₂ erst nach N. 42₃ (somit auch nach N. 42₁ und N. 40) abgefasst hat.

Demnach müssen N. 42₁ und N. 42₃ zwischen N. 40 und N. 43₂, also zwischen März und Mai 1677 entstanden sein. Einen weiteren Beleg von Leibnizens direkter Auseinandersetzung mit Huygens' „Regles“ zu dieser Zeit bietet das kurze Exzerpt der §§5f. des Absatzes in N. 39 von März 1677 (S. 389.14–19).

Während der Abfassung von N. 42₁, also ebenfalls zwischen März und Mai 1677, entstand mit hoher Wahrscheinlichkeit auch das kurze, undatierte Stück N. 42₂, das auf einem Zettel überliefert ist und editorisch mit dem Titel „*Schedula de decem casibus Hugenanis*“ versehen wird. Darin hält Leibniz die Ergebnisse seiner mathematischen Prüfung der Huygens'schen Regel summarisch fest. Zwar enthält das Stück weder eine ausdrückliche Nennung von Huygens, noch bietet es einen Kontext für die Rechnungen; dennoch kann es zweifelsfrei als weitgehend wörtliche Reinschrift dreier Passagen aus dem Mittelteil von N. 42₁ eingeordnet werden: S. 403.1–2, S. 403.10–11 und S. 403.18–404.11. Dabei wird die Huygens'sche Stoßregel zunächst algebraisch ausgedrückt und die Formel anschließend auf dessen zehn Fälle einzeln angewendet, was Leibniz zufolge jedes Mal zu einem falschen oder ungewissen Ergebnis führt. Allerdings entspringen sämtliche Fehler weder Huygens' Regel noch ihrer an sich korrekten Formalisierung. Sie beruhen vielmehr, in N. 42₂ wie bereits in N. 42₁, auf Leibnizens fehlerhafter Handhabung der Vorzeichen in der Vektoraddition. 5

Sowohl die beträchtliche Nähe im Wortlaut als auch der Umstand, dass Leibniz seinen grundlegenden Fehler noch nicht aufgedeckt hat, legen für N. 42₂ eine Entstehung unmittelbar nach Abfassung der entsprechenden Passagen von N. 42₁ nahe. Letzteres Stück deutet in einem kurz darauffolgenden Abschnitt (S. 406.1–2) eine Rehabilitierung der Huygens'schen Berechnungen in einigen Fällen an; daher ist N. 42₂ womöglich noch vor diesem Abschnitt entstanden.

Einen Hinweis auf die mögliche Bestimmung von N. 42₂ bieten die letzten Sätze von N. 42₁ (S. 406.4–5): Dort äußert Leibniz die Absicht, Huygens auf die von ihm aufgedeckte (vermeintliche) Inkonsistenz seines Ansatzes aufmerksam zu machen. Möglicherweise war die *Schedula* als Vorlage für eine dahingehende Mitteilung an Huygens angedacht. Allerdings war seit Huygens' Abreise aus Paris im Juli 1676 der briefliche Kontakt abgebrochen; er lebte erst mit Leibnizens Brief vom 8. (18.) September 1679 wieder auf (*LSB III*, 2 N. 346). 20 15

42₁. REGLE DE MONS. HUGENS**Überlieferung:**

- 5 *L* Auszüge mit Bemerkungen aus C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS*, 18. März 1669, S. 22–24: LH XXXVII 5 Bl. 144–145. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen in der Mitte von Bl. 145; Papiererhaltungsmaßnahmen; Papierbruch an den Blatträndern mit Textverlust. Eineindrittel Seiten auf Bl. 144 v° und 145 r° sowie einige Zeilen im Randbereich von Bl. 144 r°. Textfolge: Bl. 144 v°; Rechnungen auf 144 r°; 145 r°. Bl. 144 r° überliefert N. 40, Die unteren zwei Drittel von Bl. 145 r° und der obere Rand von Bl. 145 v° überliefern N. 42₃, Bl. 145 v° und der untere linke Bereich von Bl. 144 r° überliefern N. 43₂.
- 10 *E* (tlw.) FICHANT 1994, S. 357–361.

[144 v°]

Regle de Mons. Hugens.

La regle generale pour determiner le mouvement qu'acquierent les corps durs par leur rencontre directe, est telle :

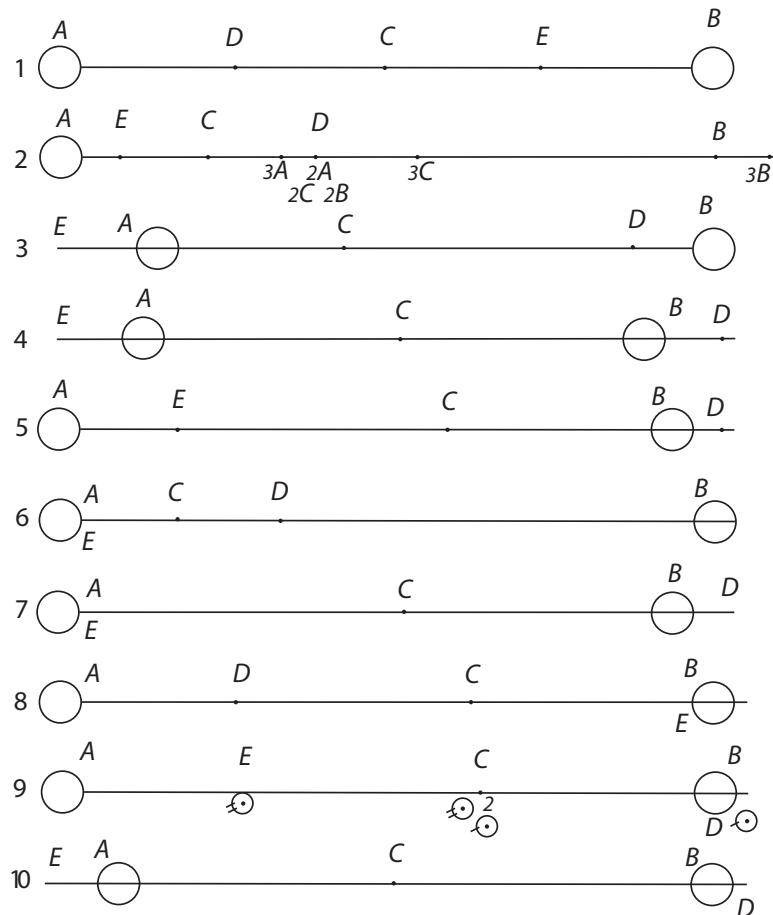
15 *Soyent les corps A et B desquels A soit meu avec la vitesse AD, et que B aille à sa rencontre ou bien vers le même costé avec la vitesse BD ou que mêmes il soit en repos[,] le point D en ce cas estant le même que B. Ayant trouvé dans la ligne AB le point C, centre de gravité des corps A[,] B, il faut prendre CE égale à CD et l'on aura EA pour la vitesse du corps A après la rencontre et EB pour celle du corps B, et l'une et l'autre vers le costé [que] montre l'ordre des points EA, EB. Que s'il arrive que le point E tombe en A ou en B[,] les corps A ou B seront réduits au repos.*

Par consequent, quand un corps dur rencontre directement un autre corps dur, qui lui est égal, et qui est en repos[,] il lui transporte tout son mouvement et demeure immobile après [la] rencontre.

12 Regle de Mons. Hugens erg. *L* 20 que erg. Hrsg. nach Vorlage 21 en A (1), et le point (2) ou *L* 21f. repos. (1) Par consequent, quand un (2) | Videndum an semper: *D streicht Hrsg.* | (3) *La quantité du mouvement qu'ont deux corps se peut augmenter ou diminuer* (4) Par consequent, *L* 24 sa *L* ändert Hrsg. nach Vorlage

12 Regle de Mons. Hugens: C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO XVI*, S. 179–181). 13–19 *La regle [...] l'autre:* a.a.O., §4, S. 22. 20f. *vers [...] repos:* a.a.O., S. 23. 22–24 *quand [...] rencontre:* a.a.O., §1, S. 22.

Casus regulae Hugenii



[Fig. 1]

[Fig. 1]: Das Diagramm ist Huygens' Aufsatz entnommen (S. 23). Leibniz hat folgende Elemente ergänzt: die Nummern 1 bis 10 zur Bezeichnung der Fälle; im 2. Fall, die Verlängerung der Strecke rechts von B sowie die Punkte $2A$, $2B$... $3C$; im 9. Fall, die Zahl 2 und die Kreise unterhalb der Linie AB.

Mais si cet autre corps égal est aussi en mouvement, et qu'il soit porté dans la même ligne droite[,] ils font un échange reciproque de leur[s] mouvemens.

Un corps quelque petit qu'il soit et quelque peu de vitesse qu'il ait, en rencontrant un autre plus grand qui soit en repos luy donnera quelque mouvement.

5 *La quantité du mouvement qu'ont deux corps se peut augmenter et diminuer par leur rencontre, mais il y reste tousjours la même quantité vers le même costé, en soustrayant la quantité du mouvement contraire.*

La somme des produits faits de la grandeur de chaque corps dur multiplié par le quarré de sa vitesse, est tousjours la même devant et après leur rencontre.

10 *Un corps dur qui est en repos receuvra plus de mouvement par un autre corps dur plus grand ou moindre que luy par [l']interposition d'un tiers de grandeur moyenne, que s'il en etoit frappé immideatement, et si [ce] corps interposé est moyen proportionel entre les deux autres il fera le plus d'impression sur celuy qui est en repos.*

15 *Je considere en tout cecy des corps d'une même matiere, ou bien j'entends que leur grandeur soit estimée par le poids.*

20 *Au reste j'ay remarqué une loix admirable de la nature, la quelle je puis demonstrar en ce qui est des corps spheriques, et qui semble estre generale en tous les autres, tant durs que mols, soit que la rencontre soit directe ou oblique : c'est que le centre commun de gravité de deux ou de trois, ou de tant qu'on voudra de corps avance tousjors également vers le même costé en ligne [droite], devant et après leur rencontre.*

Haec habet Hugenius in *Diario Eruditorum* 9 Decembris 1669.

25 Cum vero mihi semper visum sit, et etiamnum videatur potentiam, seu motus absoluti quantitatatem neque augeri neque minui posse, quia si augeretur, statim inde motus perpetuus Mechanicus consequeretur, ideo Decem casus Hugenianos ad hoc principium meum exigam.

2 leur *L ändert Hrsg. nach Vorlage* 5 quantité (1) de mou (2) du mouvement *L* 11 un
L ändert Hrsg. nach Vorlage 12 ce erg. *Hrsg. nach Vorlage* 18 centre (1) de gravité
 (2) commun *L* 19f. également (1) en même (2) vers *L* 20 directe *L ändert Hrsg. nach Vorlage*

1f. *Mais [...] mouvemens:* a.a.O., §2, S. 22. 3f. *Un corps [...] mouvement:* a.a.O., §3, S. 22.

5–7 *La quantité [...] contraire:* a.a.O., §5, S. 23. 8f. *La somme [...] rencontre:* a.a.O., §6, S. 23.

10–13 *Un corps [...] repos:* a.a.O., §7, S. 23. 14–17 *Je [...] autres:* a.a.O., S. 23. 17–20 *tant*

[...] rencontre: a.a.O., S. 24. 21 Haec [...] 1669: Es gab keine Lieferung des JS am 9. Dezember 1669. Huygens' Aufsatz erschien in der Ausgabe vom 18. März und dessen lateinische Übersetzung in den PT vom 12. (22.) April 1669.

Si ponamus eandem quantitatem motus servari ante et post concursum, erit AE in BC , $+BE$ in AC aequ. AD in $BC + BD$ in AC . Nam AC et BC lineae representant quantitatem corporum, illud corporis B hoc corporis A , sunt enim brachia seu distantiae a centro gravitatis ut corpora reciproce. Ergo AD celeritas corporis A in BC seu in corpus A est potentia corporis A , ante concursum; et BD celeritas corporis B , in AC seu in corpus B , est potentia corporis B ante concursum. Ergo AD in BC , $+BD$ in AC est potentia utriusque corporis ante concursum. Et quia post concursum pro celeritatibus AD , BD substituuntur AE , BE , hinc AE in BC , $+BE$ in AC , sunt [potentiae] utriusque corporis post concursum, quas potentias suppono esse debere aequales.

Quia $AE \sim BC$, $+BE \sim AC$ $\sqcap AD \sim BC + BD \sim AC$. Ergo $\frac{+AD}{-AE} \sim \frac{BC}{-BD} \sqcap \frac{+BE}{-BD} \sim AC$.¹⁰

Seu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{AD - AE}{BE - BD} \sqcap \frac{\text{cor. } B}{\text{cor. } A}$. Unde ex hypothesi nostra manentis potentiae, sequitur theorema mutationes celeritatum per concursum esse reciproce ut corpora concurrentia, quod et rationi egregie consentaneum est, nam resistunt mutationi celeritatis proportione magnitudinis. Nam cum magnitudo mutari non possit, nihil aliud contribuere potest, quam ad conservationem celeritatis, qua sola ratione celeritates ergo perditae sunt inter 15 se in ratione composita directa ipsarum celeritatum, reciproca magnitudinum. Hanc ergo

aequationem $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{-DB + BE}$ decem Hugenii casibus applicemus:

1^{mo} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{-DE}{-DE} \sqcap 1$. Falsum nam AB , BC inaequal.

2^{do} casu $\frac{[AC]}{BC} \sqcap \frac{DE}{-DE}$ absurdum. Neque enim quantitas negativa aequalis positivae.

3^{tio} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{DE}$ quod est dubium, id est non potest esse semper verum,²⁰

ut hic dicitur.

2 aequ. | aequ. streicht Hrsg. | $AD L$ 2 et BC | lineae erg. | (1) representat (2) representant L
 4 reciproce. (1) Sunt autem AE (2) Ergo AD | celeritas corporis A erg. | in L 8 potentia L
 ändert Hrsg. 12 esse (1) | ut streicht Hrsg. | corpora (2) reciproce L 14 possit, (1) necesse
 est ut (2) nihil L 15 sola ratione (1) celeritas (2) celeritates ergo (a) conservatae (b) perditae L
 16 composita (1) ex (2) directa L 19 $AB L$ ändert Hrsg.

18-S. 404.11 1^{mo} [...] potest: Leibnizens Bewertung von Huygens' Ergebnissen als falsch oder ungewiss geht auf seine fehlerhafte Handhabung der Vorzeichen in der Vektoraddition zurück.

Quarto casu: $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{EB - BD}$ dub.

5^{to} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DE}{EB - BD}$ dub.

6^{to} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA}{ED \sqcap DA}$ falsum deberent enim [AC], et BC esse aequales.

7^{mo} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA}{EB - BD}$ falsum, nam quia in hoc casu AC aequ. CD erit AC plus

5 quam duplum ipsius [BC]. Sed DA minor est duplo ipsius EB - BD.

8^{vo} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{-DE}{-BD \sqcap -DE}$ falsum, quia AC ac BC non sunt aequales.

Nono casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DE}{EB \sqcap DE}$ falsum ob eandem rationem.

10^{mo} casu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{EB}$ falsum plerumque nam $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{BC + CA - AE}{EA + AC + BC}$. Ergo
 $AC \sim BA, , +AC \sim AC, \boxed{+AC \sim BC} \sqcap BC \sim BC, \boxed{+BC \sim AC} - BC \sim AE$. Ergo AE ~
10 AB $\sqcap BC^2 - AC^2$, sive erit AE ~ AB $\sqcap \underbrace{BC + AC}_{BA} \sim BC - AC$. Ergo BC - AC $\sqcap AE$ quod

tamen universaliter verum esse non potest.

[144 r^o] $\langle - \rangle$ Casu 7. $\frac{BA}{BC + CA}$ in AC seu BC, AC, , +AC², , debet esse $\frac{AD}{AC + CB + BD}$

in BC + BD in AC seu debet esse AC, BC + BC² + BD, [BC] + BD, AC.

Ergo $\boxed{BC, AC}, +AC^2 \sqcap \boxed{AC, BC}, , +BC^2, +BD, BC, +BD, AC$. Seu $AC \sim \boxed{+AC} \sqcap_{-BD}$
15 BC, ~ BC + CD. Ergo $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{BC + CD}{AC - BD}$.

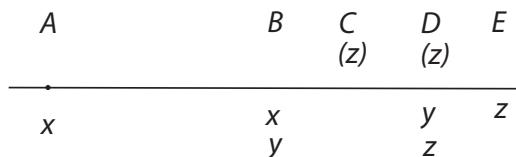
1 $\frac{DA - AE}{EB - BD}$ (1) & (2) dub. L 2 $\frac{DE}{EB - BD}$ (1) & (2) dub. L 3 AB L ändert Hrsg.

4 $\frac{DA}{EB - BD}$ (1) falsum (2) dub. (3) falsum, (a) nam AB (b) nam quia L 5 CD L ändert Hrsg.

8 plerumque erg. L 13 AC L ändert Hrsg.

12–15 Casu 7. [...] $\frac{BC + CD}{AC - BD}$: Leibniz verwendet hier das Komma als Multiplikationszeichen, neben dem üblicheren Zeichen ~. 14f. Seu [...] BC + CD: Die rechte Seite der Gleichung heißt eigentlich BC, ~ BC + BD. Der Fehler wirkt sich auf die folgende Umformung aus.

[145 rº] Hic ut obiter dicam notabile calculi exemplum $\frac{x+y-z}{x+y+z} \sqcap \frac{y}{x}$. Ergo $x^2 \boxed{+xy} - zy \sqcap \boxed{xy} + y^2 + zx$. Ergo $\underbrace{x^2 - y^2}_{+y} \sqcap +x \sim z$. Ergo $x - y \sqcap z$. Theorema ergo hoc est: si sit $x + y - z$ ad $x + y + z$ ut y ad x , tunc alterutrum necesse est, vel scilicet esse x aequ. $-y$ vel $x \sqcap z + y$. Ponendo autem literas omnes esse quantitates affirmativas theorema erit: si sit $x + y - z$ ad $x + y + z$ ut y ad x erit x aequ. $z + y$. 5



[Fig. 2]

Sit recta $ABCDE$ divisa ita ut sit CD aequ. DE et AC ad totam $A\langle E\rangle$ ut BD ad AB . Erit AB aequ. BE . Sed hoc obiter.

Si Hugenii regula esset vera, quod facta ex corporibus in quadrata celeritatum, simul addita, ante et post concursum sint aequalia, foret $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA^2 - AE^2}{EB^2 - BD^2}$ tantum, enim pro 10 ipsis celeritatibus calculi superioris substituenda eorum quadrata. (+ Hoc exemplo ut obiter dicam intelligi potest, non esse saepe opus calculis, cum jam tum praedici potest quod sit proditurum ex simplici aequipollentia[+]). Seu $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA + AE, \sim DA - AE}{EB + BD, \sim EB - BD}$. Ergo semper esse deberent corpora reciproce in composita ratione ex summis et differentiis celeritatum priorum et posteriorum. Ponamus esse $DA + AE \sqcap DE$ (ad discernendum illum casum quo E est inter E et A , vel D inter A et E). Et ponamus eodem modo esse 15 $EB + BD \sqcap ED$ id est si simul posita sint A inter D et E , et B quoque inter D et E , erit $DA + AE$ aequ. $EB + BD$, erit $\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{EB - BD}$, et hoc casu regula Hugeniana coincidet

6 recta (1) AE (2) $ABCDE$ divisa (a) in (aa) quatuor (bb) tribus punctis B , C , D (b) ita ut L
8 quod (1) factum (2) facta L 13 deberent (1) summae (2) corpora (a) in reciproca (b) reciproce
in L

8f. Si [...] aequalia: a.a.O., §6, S. 23.

cum nostra. Et hoc fit casu 4^{to}, 7^{mo} et 10^{mo}. Ergo secundum hanc regulam Hugenii solutio casuum 4, 7, 10 debet coincidere cum nostra. Et tamen supra determinavimus regulas Hugenii fallere secundum nostram Hypothesin in casu 7, 10. Ergo regulae Hugenii in hoc quidem casu ne sibi quidem ipsis constant. Quod ipsi Hugenio significare operae 5 pretium esse videtur.

1 regulam (1) Hugenii decisio quam affert casu (2) Hugenii *L*

4f. Quod [...] videtur: Aus dem Zeitraum Juli 1676 bis Mitte September 1679 sind keine Briefe zwischen Leibniz und Huygens bekannt.

42₂. SCHEDELA DE DECEM CASIBUS HUGENIANIS**Überlieferung:**

L Reinschrift: LH XXXVII 5 Bl. 143. Ein Zettel (ca. 8,5 x 4,5 cm); Papiererhaltungsmaßnahmen. Eine Seite auf Bl. 143 r°; Rückseite leer.

[143 r°] Ut eadem servaretur quantitas motus deberet esse AE in $BC + BE$ in AC aequ.

AD in $BC + BD$ in AC . Seu $\frac{+AD}{-AE} \sim \frac{BC}{-BD} \sim \frac{+BE}{AC}$. Sive

5

$$\frac{AC}{BC} \sqcap \frac{DA - AE}{EB - BD} \sqcap \frac{\text{corp. } B}{\text{corp. } A}.$$

$$1^{\text{mo}} \text{ casu} \quad \frac{[AC]}{BC} \quad \sqcap \quad \frac{-DE}{-DE} \quad \text{falsum}$$

$$2^{\text{do}} \text{ casu} \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{+DE}{-DE} \quad \text{falsum}$$

$$3^{\text{tio}} \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DA - AE}{DE} \quad \text{§}$$

$$4^{\text{to}} \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DA - AE}{EB - BD} \quad \text{§}$$

10

$$5^{\text{to}} \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DE}{EB - BD} \quad \text{§}$$

$$6) \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DA}{ED \sqcap DA} \quad \text{falsum}$$

$$7^{\text{mo}} \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DA}{EB - BD} \quad \text{falsum}$$

4 [143 r°] (1) Si eadem servetur (2) Ut eadem servaretur *L*

7 AB *L ändert Hrsg.*

13 $\frac{DA}{EB - BD}$ (1) § (2) falsum (3) falsum *L*

4f. Ut [...] in AC : Vorlage für diese Passage ist N. 42₁, S. 403.1–2. 5f. Seu [...] $\frac{\text{corp. } B}{\text{corp. } A}$: a.a.O.,

S. 403.10–11. 7–S. 408.3 1^{mo} [...] falsum: a.a.O., S. 403.18–404.11. Leibnizens Bewertung von Huygens' Ergebnissen als falsch oder ungewiss geht, hier wie in der Vorlage, auf seine fehlerhafte Handhabung der Vorzeichen in der Vektoraddition zurück. 9–11 §: In N. 42₁ lautet die Bewertung dieser drei Fälle: „dubium“.

$$8) \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{-DE}{\neg BD \sqcap \neg DE} \quad \text{fals.}$$

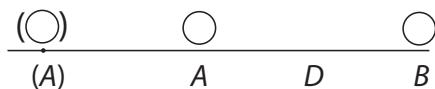
$$9) \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DE}{EB \sqcap DE} \quad \text{falsum.}$$

$$10) \quad \dots \quad \sqcap \quad \frac{DA - AE}{EB} \quad \text{falsum.}$$

42₃. AUS UND ZU E. MARIOTTE, TRAITÉ DE LA PERCUSSION**Überlieferung:**

- L* Auszüge mit Bemerkungen aus E. MARIOTTE, *Traité de la percussion ou du chocq des corps*, Paris 1673: LH XXXVII 5 Bl. 144–145. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen in der Mitte von Bl. 145; Papiererhaltungsmaßnahmen; Papierbruch an den Blatträndern mit Textverlust. Zwei Drittel Seite auf Bl. 145 r° sowie eine Zeile am oberen Rand von 145 v°. 5 Bl. 144 r° überliefert N. 40. Bl. 144 v° und das obere Drittel von Bl. 145 r° überliefern N. 42₁. Bl. 145 v° und der untere linke Bereich von Bl. 144 r° überliefern N. 43₂.
- E* FICHANT 1994, S. 361–364.

[145 r°] Dubium videtur secundum principium experientiae a Mariotto positum (second principe d'experience) quod ictus corporum concurrentium sit idem[,] modo sit eadem 10 celeritas appropinquationis nulla ratione habita propriarum celeritatum. Ita ut



[Fig. 1]

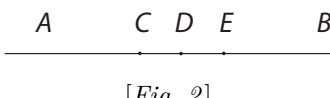
[*A et B*] concurrentes in *D* celeritate appropinquationis, quae sit *AD + BD*[,] eundem sibi infligunt ictum, quem infligerent si *B* quiescat e[t] (*A*) ipsi incurrat celeritate *AB*, seu *2AD*, seu *AD + BD*. Sane priori casu, ubi *A* et *B* concurrunt aequivelociter in *D* vel etiam celeritate reciproca ponderibus[.] ictus vis est eadem cum tota vi utriusque 15 corporis. At posteriore casu ictus vis non est eadem cum vi corporum, id est hoc loco solius (*A*) quia si ictus totam vim corporum reciperet, solus etiam ageret, ideo idem fieret in casu priore et posteriore, quod tamen non fit: nam praeter vim ictus etiam corpus *B* propellitur, non vero corpus (*A*) vel *A* ut ante repellitur. Non videtur ergo ictus totam vim recipere ergo cum vis corporum sit utrobique eadem, non erit idem ictus priore et poste- 20

11 Ita | ut streicht Hrsg. | ut *L* 12 *AD et BD L ändert* Hrsg. 13 ictum, (1) quam
(2) quem *L* 13 ex *L ändert* Hrsg. 14 Sane (1) si corpus (2) priori *L* 16 corporis. (1) Si
vero (2) At *L* 16 casu ictus vis | est streicht Hrsg. | non *L* 18 *B erg. L* 20 recipere ergo
(1) non (2) cum *L*

9f. secundum [...] d'experience): E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673, Première partie, Prop. III (Second principe d'experience), S. 25–29. Siehe auch Leibnizens Auszüge von 1674 aus Mariottes Werk (LSB VIII, 2 N. 50).

riore casu, contra Hypothesin Mariotti. Experientiam allegat Mariottus, quod corpora mollia eodem modo eadem appropinquationis quantitate comprimuntur seu complanantur (sont aplatis). Videndum etiam an eundem uterque ictus producat sonum. In Elateriis experientia dabit an eodem modo utroque casu comprimantur. Adhibetur oscillatorium spirale Elasticum Hugenii.

Expertus est Mariottus corpora mollia concurrentia servare eandem motus quantitatem, si celerius assequatur tarde praecedens seu quiescens. Sed si sibi occurrant, tantum servatur differentia quantitatum motus quae divisa per quantitatem corporum dat celeritatem totius, quemadmodum scilicet simul procedunt. Videndum est an posita eadem motus quantitate tam in assecutione quam in occursu, eorundem corporum, aliquo casu effici possit ut eodem modo complanentur ictu corpora, tunc enim dici non posset quod ego dico[,] motum perditum recipi in materia molli.



[Fig. 2]

6f. quantitatem, si (1) unum (2) celerius assequatur (a) tardius (b) tarde $L = 9$ an (1) utroque casu (2) eodem modo corpora mollia (3) posita $L = 10$ quantitate (1) vel ae (2) aliquando (3) tam L

1–3 Experientiam [...] aplatis): MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Première partie, Prop. XI (Septième principe d'expérience), S. 28. 5 oscillatorium [...] Hugenii: C. HUYGENS, „Une nouvelle invention d'horloges très-justes et portatives“, *JS* (Pariser Ausgabe), 25. Februar 1675, S. 68–70 (*HO* VII, S. 424f.). Zu Leibnizens Reaktion vgl. „Le principe de justesse des horologes portatives de son invention“, *JS* (Pariser Ausgabe), 25. März 1675, S. 93–96 (*LSB* III, 1 N. 453). 6f. Expertus [...] quiescens: MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Première partie, Prop. XI (Septième principe d'expérience), S. 56–60, bes. S. 56f. 7–9 Sed [...] procedunt: a.a.O., Prop. XII (Huitième principe d'expérience), S. 60–68, bes. S. 60f. [Fig. 2]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Fig. 7.

Regula generalis Mariotti pro Corporibus Elaterio carentibus: ait enim prop. 13[:] *si une ligne comme AB est divisée au point C en raison reciproque des poids des corps A, B, et qui estant prolongée directement de part et d'autre[,] on y prenne un point D en sorte qu'AD represente la vitesse et la direction du corps A avant le choc, et BD celle du corps B, l'une et l'autre vitesse supposée uniforme[,] et que DE soit prise égale à CD, les deux corps s'estant joints ensemble iront avec la vitesse et direction DE, s'ils sont sans ressort.* Hoc non demonstrat, sed ex experimentis prioribus animo abstrahit. Nota ejus regula est, si corpora concurrunt differentia, si assequantur summa virium procedunt. Ergo vires perdite sunt ictu absumtae atque receptae. Unde pro certo habeo longe majorem esse ictum, si corpora sibi occurrant, quam si se assequantur. 10

Notat Mariottus in ludo qui appellatur jeu de Billard, si pila in aequalem quiescentem directe incurrat, motum quidem suum ei dare, sed tamen non omnino quiescere sed nonnihil sequi, quod ideo fiat, quia etiam pila circa suum centrum gyratur, quem [motum] servavit. Sed non videtur tum explicari cur motu circa suum centrum sequatur potius quam retrocedat. Imo videtur, quia si retrocedat in contraria gyratur. 15

1 Oberhalb der Zeile, mit Verweislinie auf Mariotti: Ingeniose sic demonstrat:^[a] si esset celeritas et directio AC et BC quiescerent post concursum. Nunc vero in A est $AC + CD$ et in B est $AC - CD$. Ergo illi^[b] A additur, illi B opposite detrahitur, id est etiam additur. Ergo post quietem utrumque eam retinet CD , inde a D directione CD id est DE .

^[a] demonstrat: a.a.O., Prop. XIII, S. 68f. ^[b] illi (1) additur (2) A additur, illi B (a) oppositum ejus (b) opposite L

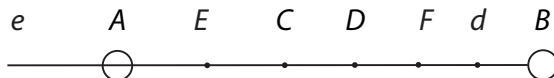
13–15 Am Rand: §

1f. prop. 13 (1) si linea AB (2) si L 4 la vitesse (1) du corps (2) et la direction L 5 uniforme (1) selon la (2) et que L 7 experimentis (1) abstrahit. (2) prioribus L 10f. assequantur. (1) Prop. 18. Mari (2) Notat L 11 Billard, (1) pilas duas (2) si L 12 quidem (1) | ei streicht Hrsg. | dare (2) suum L 13 modum L ändert Hrsg. 14 explicari (1) potius (2) cur L

1 Regula [...] carentibus: a.a.O., Prop. XIII, S. 68–72. 2–7 si [...] ressort: a.a.O., S. 68 mit Auslassung. 8f. Nota [...] procedunt: a.a.O., Prop. XI, S. 56f., und XII, S. 60f. 11–14 Notat [...] servavit: a.a.O., Prop. XVI, *Avertissement*, S. 105f.

Prop. 18. Mariotti: *Soit une boule A triple d'une autre B et qu'elles se choquent avec des vistesses égales [et] uniformes, je dis que la boule A après le choc demeurera en repos et que la boule B retournera en arrière avec une vitesse double de celle qu'elle avoit avant le choc.*

5 Hoc si ita est patet dimidiam potentiam sine effectu destrui. Nam potentia erat ut 4, quae restat est ut 2. Quod non esset mirum in mollibus. Sed mirum est in Elasticis, quia vis quae in mollibus perditur, in duris resiliendo servatur. Inprimis cum in casu aequalium corporum servetur.



[Fig. 3]

10 Propositi Mariotti [XIX.] continet regulam praecise eandem cum Hugeniana supra decem casibus explicata, ideoque subjacet iisdem incommodis. Tantum demonstrationem habet quae hic reddit:

Sint corpora in A , B , centrum gravitatis C , celeritates et directiones sint AD , BD . Sumatur $CE \cap CD$. Erunt AE , BE celeritates et directiones corporum A , B . Hoc Mariottus ita demonstrat: si ambo corpora essent sine Elaterio post concursum simul ferrentur 15 celeritate et directione aequali ipsi CD versus B (seu celeritate et directione DF posita F pro C figurae 13). Sed vis celeritate respectiva quaesita, seu ictus idem est qui foret si sibi occurrisserent celeritate AC , BC , eo autem casu redibit A celeritate et directione CA , et B celeritate et directione CB . Ergo A feretur nunc celeritate et directione $CA - CD$ id est minus EC , quae facit AE , sunt enim CA et CD directiones in contrarias partes, at 20 B feretur celeritate et directione $CD + CB$, id est EC plus CB , seu EB scilicet versus B .

1 Mariotti: (1) Si pila (2) Soit L 2 ou L ändert Hrsg. nach Vorlage 7f. In primis [...] servetur. erg. L 9 IX. L ändert Hrsg. 11f. redit: (1) | Sit streicht Hrsg. | $\frac{AC}{CB} \cap \frac{B}{A}$. Eorum (2) Sint AB , (3) Sint L 13 BE (1) celeritas (2) celeritates L 15 versus B (1), seu (2) (seu L 16 Sed (1) ictus idem est, (2) vis L 17 AC, BC, (1) | eo casu vero corpus A elaterio acciperet celeritatem AC streicht Hrsg. | (2) eo autem L 20-S. 413.1 versus B . (1) Exc (2) Si duo corpora co (3) Elegantia adjicit Mariottus theorematum: (a) ut si duo (b) si (c) nempe L

1-4 Prop. 18. [...] choc: a.a.O., Prop. XVIII, S. 112 mit Auslassung. [Fig. 3]: Vorlage ist a.a.O., Fig. 13; Leibniz hat den Punkt F ergänzt. 9 Propositio [...] regulam: a.a.O., Prop. XIX, S. 115-119. 13-20 Hoc [...] versus B : a.a.O., S. 115-117 und die dazugehörige Fig. 13.

Elegantia adjicit Mariottus theoremata: nempe prop. 20 si duo corpora elastica quomodo cunque concurrent, et post primum concursum iterum concurrent, restituentur per secundum concursum in statum qui erat ante primum concursum, quantum ad propriam celeritatem, quam scilicet resument. Hoc ait experimento comprobari. Duae inquit pilae eburneae suspendantur, quarum una triplum alterius ponderet, concurrent celeritatibus aequalibus demissae ex arcu graduum duodecim. Videbimus majorem ibi quiescere, et minorem repulsam assurgere ad 24 graduum arcum. Unde si rursus decidat in majorem quiescentem, ambae aequaliter repercussae resurgent ad gradum 12^{mum} unde primum decidere. Haec propositio valde videtur rationi consentanea, in pen⟨dula⟩ quadam seu [145 v°] circulari actione, qua fieri debet, ut omnia in priorem plane statum redeant. 10 5

1 corpora (1) aequalia (2) elastica L 2 primum concursum (1) servatur (2) iterum L
8 gradum erg. L

1–4 prop. 20 [...] resument: a.a.O., Prop. XX, S. 122–124. 4–9 Hoc [...] decidere: a.a.O., Prop. XX,
Preuves par experience, S. 125f.

43. DE RATIONE CELERITATUM ANTE ET POST CONCURSUM

[März – Mai 1677]

Die Konzepte N. 43₁ und N. 43₂ hängen ihrem Inhalt wie ihrer Entstehung nach eng miteinander zusammen. Das Stück N. 43₁ beinhaltet zwei Anläufe einer Untersuchung des Stoßes zweier Körper, von denen der erste zu einem absurdum Ergebnis führt und der zweite abbricht. Es hat als (wahrscheinlich unmittelbare) Vorstufe für die Abfassung von N. 43₂ (eigh. auf Mai 1677 datiert) gedient, worin Leibniz im dritten Anlauf zu einem „theorema memoria tenendum“ gelangt, das er zu diesem Zeitpunkt für gültig erachtet. Innerhalb von N. 43₁ ist formal wie inhaltlich eine graduelle Entwicklung feststellbar: der erste Anlauf (S. 416.6–420.8) wurde nach der Niederschrift revidiert und um Elemente ergänzt, die wiederum die Basis für den zweiten Anlauf (S. 420.9–421.20) bildeten. Dies umfasst die Streichung oder Umarbeitung der Figuren, die Umbenennung einzelner Punkte (in den Diagrammen wie auch im Text) sowie eine formale Verschiebung in deren Bezeichnung von der Klammer- zur Indicesnotation (von $A(A)$ zu $1A2A$ u.ä.). Einige Aspekte dieser Entwicklung reichen bis in den dritten Anlauf (N. 43₂) hinein: So formuliert Leibniz innerhalb von N. 43₁ die Annahmen immer klarer, bis sie in N. 43₂ unter dem Namen „duae regulae“ als Prämisse für das gesamte Stück an dessen Anfang stehen; die Diagramme von N. 43₁ ([Fig. 1] und [Fig. 3] im ersten Anlauf und [Fig. 4] im zweiten) werden entwickelt und in die [Fig. 1] und [Fig. 2] N. 43₂ überführt.

Der festgestellte Zusammenhang zwischen den Stücken gibt Aufschluss über ihre Datierung. Das Stück N. 43₂ mit der Überschrift „Specimina artis condendi theorematum“, eine stark bearbeitete Handschrift, die neben N. 40 und N. 42₁ auf dem Bogen LH XXXVII 5 Bl. 144–145 überliefert ist, wurde von Leibniz auf Mai 1677 (a. St.) datiert (siehe die Randanmerkung auf S. 422.9). Das Stück N. 43₁ mit dem editorisch zugewiesenen Titel „De ratione celeritatum ante et post concursu“ wird neben N. 39 und N. 41 auf dem Bogen LH XXXVII 5 Bl. 161–162 überliefert. N. 39, eigenhändig auf März 1677 (a. St.) datiert, ist auf den ersten drei Seiten des Bogens überliefert (Bl. 161 r° bis 162 r°), N. 43₁ auf der vierten (Bl. 162 v°). Unter Annahme einer durchgehenden Beschreibung des Bogens und damit einer Entstehung von N. 43₁ nach N. 39 und N. 41 ergibt sich der Terminus post quem: März 1677. Aus dem festgestellten Zusammenhang mit dem eigh. auf Mai 1677 datierten N. 43₂ ergibt sich insgesamt die Datierungsspanne März bis Mai 1677.

In beiden Stücken nimmt Leibniz sich eine allgemeine Analyse des geradlinigen zentralen Stoßes beliebiger Körper vor. Nach den ersten zwei Anläufen in N. 43₁ kommt er in N. 43₂ zu einem bestimmten Ergebnis, das er als „conclusio pulcherrima“ und „theorema memoria tenendum“ feiert (siehe S. 427.1–7): Die Geschwindigkeit des ersten Körpers *nach* dem Stoß verhält sich zur Geschwindigkeit des zweiten *vor* dem Stoß wie die Masse des zweiten zur Masse des ersten. Hiermit wäre eine allgemeine Antwort auf die Ausgangsfrage gegeben, sowie Formeln, die eine Berechnung der Geschwindigkeiten beider Körper nach dem Stoß als Funktion ihrer Massen und der Geschwindigkeiten vor dem Stoß ermöglichen. Bereits der erste Anlauf von N. 43₁ lieferte einige Teilergebnisse, auf denen Leibniz in N. 43₂ aufbaut: einerseits den Grundsatz „Mutationes celeritatum sunt ut corpora reciproce“, der die Gleichung (11) verbalisiert (S. 419.10–12) und aus dem Satz der Erhaltung der gesamten Bewegungsgröße fließt (der späteren „regula (2)“ von N. 43₂); andererseits das Theorem über die Addition bzw. Subtraktion der Geschwindigkeiten von S. 417.7–418.4. Beide Teilergebnisse werden in N. 43₂ übernommen: Dem Grundsatz entspricht die Passage auf S. 424.4–5 (eine weitere Parallelstelle findet sich im zeitgenössischen Stück N. 42₁); das Theorem wird auf S. 424.10–12 wieder aufgegriffen. Das „theorema memoria tenendum“ ist hingegen laut der Randanmerkung auf S. 422.9 eine durchaus neue Errungenschaft von N. 43₂.

Allerdings ist Leibnizens angebliches „Theorem“ nicht uneingeschränkt gültig. Er folgt nicht aus den *duae regulae* allein, sondern es kann nur aus der zusätzlichen Annahme hergeleitet werden – und gilt nur unter der Bedingung – dass jeder Körper dem anderen seine ganze Bewegungsgröße abgibt, bzw. dass die Körper ihre Größen austauschen („*permutare*“). Diese Behauptung macht Leibniz tatsächlich im Laufe des Beweises (S. 425.8–12 und die Randanmerkung). Die Bedingung ist genau dann erfüllt, 5 wenn die Körper gleiche Massen haben. Tatsächlich erwägt Leibniz in späteren Stücken (z.B. N. 48, N. 49 und N. 50 von Juni 1677) die Aufgabe dieser Lösung der kinematischen Frage: „*ergo haec regula falsa est, ex qua sequeretur semper permutari potentias*“ (S. 478.10–11 von N. 50). An ihre Stelle soll eine neue Lösung treten, die im Grunde mit Huygens' Stoßregel übereinstimmt, auf dem Relativitätsprinzip fußt und dementsprechend mithilfe der Huygens'schen Schiffsanalogie hergeleitet wird. In den letzten 10 Abschnitten von *De corporum concursu* (5810–5812) von Januar und Februar 1678 wird die Erhaltung der respektiven Geschwindigkeit zum wesentlichen Bestandteil der Leibniz'schen Stoßlehre.

Leibniz hat in N. 43₂ zwei längere Anmerkungen zu den eingangs genannten „*duae regulae*“ nachgetragen, wovon die erste große inhaltliche Nähe zu den Ausführungen in *De corporum concursu, Scheda nona* (58₁₁ von Januar 1678) aufweist. Dies lässt die Vermutung zu, dass beide Anmerkungen etwa im 15 Vorfeld der Abfassung der *Scheda nona* entstanden sein könnten – jedoch mit Sicherheit vor dieser, und überhaupt vor den drei letzten *schedae De corporum concursu* (58₁₀–58₁₂). Denn die Sätze über die Kinematik des Stoßes, die Leibniz in den letzteren Texten erstmals beweist, widersprechen dem zentralen Ergebnis von N. 43₂ (dem „*theorema memoria tenendum*“), so dass sie nicht zu einer Ergänzung des Stücks um zwei Anmerkungen, als vielmehr zu einer Revision oder gar zu seiner Verwerfung hätten 20 führen müssen.

43₁. DE RATIONE CELERITATUM ANTE ET POST CONCURSUM
 [März – Mai 1677]

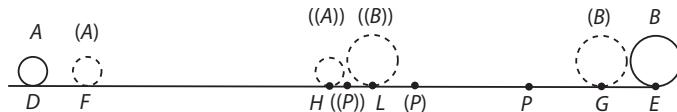
Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 162. Ein Blatt 2°; Papierschaden an den Rändern mit geringfügigem Textverlust; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eine Seite auf Bl. 162 v°; Bl. 162 r° überliefert im oberen Bereich den Schlussteil von N. 39 und im unteren N. 41. Vermutlich bildete der Träger ursprünglich einen Bogen mit LH XXXVII 5, Bl. 161.

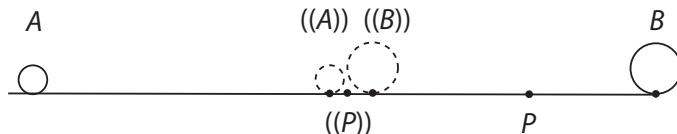
5

[162 v°]

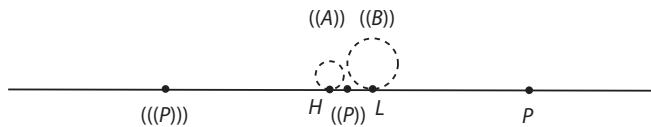
[Erster Anlauf:]



[Fig. 1a, erste Fassung]



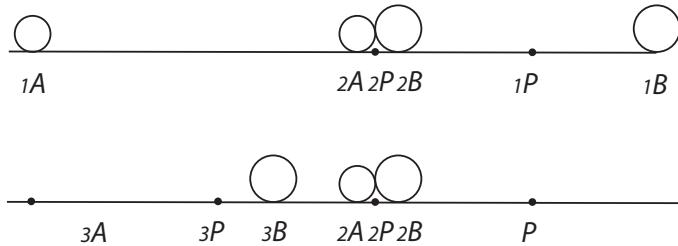
[Fig. 1b, gültige Fassung]



[Fig. 2, gestr.]

6 Am Rand, oberhalb von [Fig. 2] und [Fig. 3]: $\exists P_3 P \sqcap P_2 P$ ob aequabilem motum centri. Sit $\exists P_3 P \sqcap P$.

$\frac{\exists A_3 P}{\exists B_3 P} \sqcap \frac{b}{a}$. $\exists A_3 A \sim \boxed{a} + \exists B_3 B \sim \boxed{b} \sqcap \langle e \rangle$ [Rechnung bricht ab]



[Fig. 3]

Corporum A, B distantia prima AB sit d . Celeritas qua movetur A seu A_2A sit c . Celeritas qua movetur B seu B_2B sit v . Ergo DF ad EG ut c ad v . Centrum gravitatis corporum in primo situ A, B sit P , eritque $\frac{AP}{b}$ ad $\frac{PB}{a}$ ut b ad a . posito a et b representare soliditatem seu pondus corporum A, B . Translatis corporibus ex A, B . in (A). (B) quaeratur punctum P tale ut sint $\frac{AB}{a+b}, \frac{AP}{b}, \frac{PB}{a}$ proportionales ipsis $\frac{2A_2B}{a+b-c-v}$, 5
 $b - b \frac{c+v}{a+b}, a - a \frac{c+v}{a+b}$. Et $A_2P \sqcap A_2A + \frac{2A_2P}{c+b-b \frac{c+v}{a+b}}$ quod si A_2P detrahatur a AP , seu a
 b . habebitur $P_2P \sqcap \boxed{+b} - c \boxed{-b} + b \frac{c+v}{a+b} \sqcap \frac{-ac \boxed{-bc} \boxed{+bc} + bv}{a+b}$ seu erit $P_2P \sqcap \frac{-ac + bv}{a+b}$.

5f. Hilfsrechnung am oberen Blattrand: $\frac{a+b-c-v}{a+b} \sqcap \frac{F(P)}{b} \sqcap \frac{(P)G}{a}$

1 prima (1) $d \sqcap$ (2) AB (3) DE (4) $AB L$ 1 movetur A (1) seu (a) $A(A)$ (b) A_2A (2) seu $A_2A L$ 2 seu B_2B erg. L 2 sit v . (1) Celeritas inquam id est rectae transversae a designant c , (2) Ergo L 3f. reprezentare (1) molem (2) soliditatem L 5 ut (1) sit (2) sint (a) DE ,
 $\frac{a+b}{a+b} | DP, PE$ (b) $AB, AP, PB L$ 5f. ipsis (1) $\frac{FG}{a+b-c-v}, \frac{F(P)}{b-b \frac{c+v}{a+b}}, |\frac{(P)G}{a-a \frac{c+v}{a+b}} . streicht Hrsg. |$
 $(2) \frac{2A_2B}{a+b-c-v}, \frac{2A_2P}{b-b \frac{c+v}{a+b}}, \frac{2B_2P}{a-a \frac{c+v}{a+b}} . L$ 6 Et (1) $P(P)$ (2) $D(P)$ (3) $A_2P \sqcap$ (a) $DF + \frac{F(P)}{c+b-b \frac{c+v}{a+b}}$
 $(b) A_2A + \frac{2A_2P}{c+b-b \frac{c+v}{a+b}}$ (aa) quae quantitas si (bb) quod L 6 si (1) $(P)P$ str. Hrsg. (2) A_2P detrahatur
 a (a) DP (b) AP, L 7 habebitur (1) $P(P)$ (2) $P_2P L$ 7 erit (1) $P(P)$ (2) $P_2P L$

Unde theorema: si duo corpora in eadem recta sibi obviam eant erit productum sub celeritate centri gravitatis in summam corporum, aequale differentiae productorum ex singulis corporibus in suas celeritates. Si ferantur in eadem recta ad easdem partes erit aequale summae.

- 5 Hinc patet quamdiu corporum in eadem recta motorum celeritas eadem est, eadem etiam esse celeritatem centri. Cum enim magnitudo sit invariabilis, tam singulorum quam summae patet celeritatem centri non nisi mutatione celeritatis in corporibus mutari posse.

Momento concursus sit centrum gravitatis \mathcal{P} , corporibus positis in $\mathcal{A}[\cdot]$ \mathcal{B} seque tangentibus. Quoniam autem ostendimus centrum corporum uniformi celeritate procedere usque ad concursum, supponimus vero idem contingere post concursum, hinc tempore

- 10 quo P pervenit in \mathcal{P} ante concursum etiam post concursum perveniet in \mathcal{P}' . Eruntque P_2P , et \mathcal{P}_3P aequales. Habetur autem recta P_2P vel \mathcal{P}_3P hoc modo
- $$\frac{P_2P}{\mathcal{P}_3P} \quad \square$$
- vel \mathcal{P}_3P

$$\frac{-ac + bv}{a + b}, \text{ id est } \frac{-PB, A_2A, , +PA, B_2B}{AB} \text{ at idem } \mathcal{P}_3P \quad \square \frac{-3P_3B, 3A_2A, , +3P_3A, 3B_2B}{3A_3B},$$

vel $\frac{-\alpha\gamma + \beta\delta}{\alpha + \beta}$

- 15 ponendo scilicet b vel β esse corporis A vel \mathcal{A} distantiam a centro gravitatis P vel \mathcal{P}
 a vel α B vel \mathcal{B}
 et rursus c vel γ esse celeritatem ipsius A vel \mathcal{A} seu spatium quod trajecit A_2A vel \mathcal{A}_2A
 v vel γ B vel \mathcal{B} B_2B vel \mathcal{B}_2B .

1f. recta (1) moveantur, progressus eo (2) ad se invicem (3) sibi (a) accedant (b) obviam eant erit (aa) rectangulum sub progressu centri gravitatis in (aaa) distantiam primam (bbb) summam corporum, aequale differentiae (aaaa) sub corporum (bbbb) rectangulorum singulorum (bb) productum [...] productorum L 3 celeritates. (1) Si non accedant, sed recedant, vel si (2) Si (a) non (b) ferantur L 6 centri. (1) (Video tamen corpora in diversis rectis unita produci suo quodammodo potest.)

(2) Cum L 8 positis in (1) ((A))((B)) (2) $\mathcal{A}[\cdot]$ \mathcal{B} L 9 autem (1) poni (2) ostendimus L 11 pervenit in (1) ((P)) (2) \mathcal{P} L 11 perveniet in (1) (((P))) (2) \mathcal{P}' L 11f. Eruntque (1) $P((P))$ et ((P))(((P))) (2) P_2P , et \mathcal{P}_3P L 12 aequales. (1) Hinc jam habebitur recta (a) $P((P)$ (b) ((P) (c) P (2) Habetur autem recta (a) $P((P))$ | recta streicht Hrsg. | ((P))(((P))) hoc modo

$$\frac{P((P))}{\mathcal{P}((P))} \quad \square \frac{-ac + bv}{-\alpha\gamma + \beta\delta} \quad (b) P_2P \text{ vel } \mathcal{P}_3P \mid \text{recta streicht Hrsg.} \mid \text{hoc modo } \frac{P_2P}{\mathcal{P}_3P} \quad \square$$

L
vel ((P))(((P)))

15 scilicet (1) a vel α (2) b vel β esse (a) distantiam corporis A a (b) corporis A vel \mathcal{A} distantiam a L 15f. \mathcal{P} (1) et | c vel gestr. | γ esse celeritatem ipsius A (2) b vel β (3) a vel α L 17 A (1) qua pervenit (2) vel L

13f. id est [...] vel: Leibniz verwendet hier das Komma als Multiplikationszeichen.

Habemus ergo aequationem unam: $\frac{-ac + bv}{a + b} \stackrel{(1)}{\sqcap} \frac{-\alpha\gamma + \beta\delta}{\alpha + \beta}$, sed habemus et alias aequationes nempe semper ratio distantiarum a centro gravitatis eadem, seu $\frac{a}{b} \stackrel{(2)}{\sqcap} \frac{\alpha}{\beta}$. Ergo

$\frac{a + b}{\alpha + \beta} \stackrel{(3)}{\sqcap} \frac{a}{\alpha}$. Ergo ex aequ. 1 e(t 3) junctis fiet: $\frac{-ac + bv}{-\alpha\gamma + \beta\delta} \stackrel{(4)}{\sqcap} \frac{a}{\alpha} \sqcap \frac{b}{\beta}$. Rursus $ac + bv \stackrel{(5)}{\sqcap} \alpha\gamma + \beta\delta$.

Posito scilicet quod eadem quantitas potentiae supersit post concursum quam ante, potentiae enim sunt ut rectangula ex recta transcursa in brachium corporis oppositi. Quia c recta transcursa significat celeritatem, a, brachium seu a centro distantia corporis oppositi significat ipsius corporis magnitudinem, (brachia enim sunt reciproce ut corpora).
Habemus ergo omnia lineis expressa.

Ex 4. $\frac{-\alpha\gamma + \beta\delta}{\beta} \stackrel{(6)}{\sqcap} \frac{-ac + bv}{b}$ jam $\frac{-\alpha\gamma}{\beta} \stackrel{(7)}{\sqcap} -\frac{a}{b}\gamma$ ex 2. Ergo ex 6. 7. erit $\frac{-a}{b}\gamma + \delta \stackrel{(8)}{\sqcap} \frac{-ac + bv}{b}$. Seu erit $-a\gamma + b\delta \stackrel{(9)}{\sqcap} -ac + bv$ seu $+a \sim +c \stackrel{(10)}{\sqcap} +b \sim +v$. Ergo erit $\frac{a}{b} \stackrel{(11)}{\sqcap} \frac{v - \delta}{c - \gamma}$ 10
quod ex solis aequationibus 1. et 2. sequitur. Mutationes celeritatum sunt ut corpora reciproce. Hoc theorema substitui potest pro altero de gravitatis centro.

3 $\frac{a}{\alpha}$. (1) seu $\alpha + \beta \sqcap \overline{a+b} \frac{\alpha}{a}$ (2) Ergo L 3 Rursus (1) $+ac + bv \sqcap +\alpha\gamma +$ (2) ac L 4 potentiae
 (1) inter (2) ante (3) supersit L 5 ex (1) celerita (2) spa (3) recta (a) concursa (b) transcursa L 5 in (1) centrum (2) dis (3) brachium L 6 a, (1) distantia corpo (2) brachium L
 8f. expressa. (1) Hinc (a) si in aequ. 4 (b) $a + b$ (c) $\frac{ac + bv}{\alpha\gamma + \beta\delta} \stackrel{(6)}{\sqcap} 1$. Ergo si addatur aequ. 6 aequationi 4, fiet $\frac{[+ac] + bv [-ac] + bv}{\alpha\gamma + \beta\delta} \sqcap \frac{a + \alpha}{\alpha} \stackrel{(7)}{\sqcap} \frac{2bv}{\alpha\gamma + \beta\delta}$ (aa) Eodemque jure (bb) $\sqcap \frac{b + \beta}{\beta}$. (aaa) Et reducendo $\frac{2b\beta\delta}{\alpha\gamma + \beta\delta}$ (bbb) Eodemque jure $\frac{+\alpha\gamma + \beta\delta - \alpha\gamma + \beta\delta}{\alpha\gamma + \beta\delta} \stackrel{(2)}{\sqcap} \frac{2ac - ac + bv}{ac + bv} \sqcap \frac{2ac + \frac{a}{\alpha\gamma + \beta\delta}}{-a} \sqcap +\alpha\gamma + \frac{1}{a}\beta\delta$.
 Ergo $2ac \sqcap 1 - \frac{a}{\alpha}\beta\delta$ seu $2ac \sqcap \beta\delta - \frac{\beta}{\alpha}a\delta$. Et quia $\frac{\beta}{\alpha} \sqcap \frac{b}{a}$ erit $2ac \sqcap \beta\delta - b\delta$ (a) seu $2ac \sqcap$ (b) rursus
 $\underbrace{2\alpha\gamma - \alpha\gamma + \beta\delta}_{\alpha\gamma + \beta\delta} \sqcap 2\alpha\gamma + \frac{\alpha}{a} - \overline{ac + bv} \sqcap ac + bv$. Ergo (3) Ex L 9 $\frac{-\alpha\gamma}{\beta} \stackrel{(7)}{\sqcap} -\frac{a}{b}\gamma$ (1) $+ \delta \sqcap \frac{-ac + bv}{b}$
 (2) ex 2. L 10f. $\frac{v - \delta}{c - \gamma} |$ quod [...] sequitur erg. | (1) Ut corpora ita differentiae celeritatum
 (2) Mutationes L 12 reciproce. [...] de (1) mutatis (2) gravitatis centro. erg. L

Similiter $\frac{-\alpha\gamma + \beta\gamma}{\alpha} \sqcap \frac{-ac + bv}{a} \sqcap -\gamma + \frac{b}{a}\gamma$. Ergo $-ac + bv \sqcap -\gamma a + b\gamma$, ut ante.

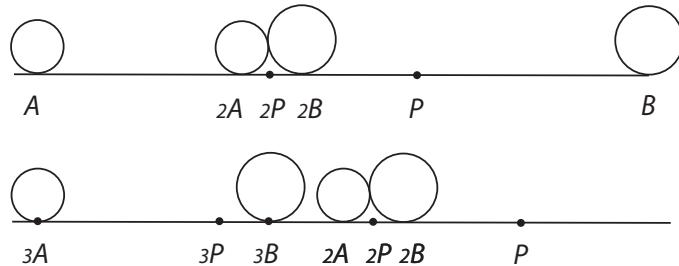
Si ad aequationem 9. addatur aequ. 5 fiet: $\frac{-a\gamma + b\gamma}{+\alpha\gamma + \beta\gamma} \sqcap \frac{\begin{matrix} -ac \\ +ac \end{matrix}}{\begin{matrix} +bv \\ +bv \end{matrix}}$. Ergo $\gamma \sim \frac{-a}{+\alpha}, \gamma \sim \frac{+b}{-\beta}$
 $+b \stackrel{(12)}{\sqcap} 2bv$ rursus $\frac{-a\gamma + b\gamma}{-\alpha\gamma - \beta\gamma} \sqcap \frac{\begin{matrix} -ac \\ -ac \end{matrix}}{\begin{matrix} +bv \\ -bv \end{matrix}}$. Ergo $-\gamma \sim \frac{a}{\alpha} + \gamma \sim \frac{+b}{-\beta} \stackrel{(13)}{\sqcap} -2ac$ addendo
 aequationem 12 et 13, fiet: $-2\gamma\alpha + 2\gamma b \sqcap 2bv - 2ac$. Seu $\frac{+v \sim b}{-\gamma} \stackrel{(14)}{\sqcap} ac - \alpha\gamma \stackrel{(15)}{\sqcap} \text{per } 10 ac - a\gamma$.

5 Ergo ex 15. fiet $\alpha \stackrel{(16)}{\sqcap} a$. Ergo et $\beta \stackrel{(17)}{\sqcap} b$.

Ergo $-ac + bv \stackrel{(18)}{\sqcap} -\alpha\gamma + b\gamma$. Vel $-ac + bv \sqcap -a\gamma + b\gamma$. Seu $\frac{+v \sim b}{-\gamma} \sqcap \frac{+c \sim a}{-\gamma}$. Prorsus ut

9. 10. 11. Rursus: ex 5 fiet $ac + bv \stackrel{(19)}{\sqcap} \alpha\gamma + b\gamma$. Addantur 9 et 19 fiet: $2bv \sqcap 2b\gamma$. Unde fiet
 $\gamma \sqcap v$. Quod est absurdum, ergo errorem alicubi in calculo latere necesse est.

[*Zweiter Anlauf:*]



[Fig. 4]

5f. $\beta \stackrel{(17)}{\sqcap} b$. (1) Ergo et $c - \gamma \stackrel{(18)}{\sqcap} v - \gamma$. Ergo et (a) $c - v \sqcap$ (b) $\gamma - \gamma \stackrel{(19)}{\sqcap} c - v$. (2) Ergo L

Corpora A, B . concurrunt celeritatibus A_2A, B_2B . Centrum gravitatis eorum in primo situ est P . ita ut sit AP ad Bp ut B corpus ad A corpus. Centrum gravitatis in situ secundo seu concursu est $\mathcal{Z}[P]$. Quoniam autem centrum gravitatis eadem semper [celeritate] procedere supponimus, ideo tempore $e\langle o\rangle dem$ quo ex p pervenit in $\mathcal{Z}p$, idem centrum gravitatis ex $\mathcal{Z}p$ perveniet in $3p$, ita ut sit $\mathcal{Z}p_3p$ aequalis ipsi p_2p . Datur ergo punctum $3p$, 5 quaeruntur puncta $3A, 3B$. seu situs corporum concurrentium post concursum. Sc(im)us autem esse $3A_3P$ ad $3B_3P$, ut corpus B ad corpus A seu ut AP ad BP . Item supponimus esse eandem potentiam quae ante, seu sum⟨ma⟩ celeritatum in corpora, sive $\mathcal{Z}A_3A$ in $BP + \mathcal{Z}B_3B$ in AP ⁽¹⁾ $\mathcal{Z}A_2A$ in $BP + B_2B$ in AP . Est autem $\mathcal{Z}A_3A \sqcap \mathcal{Z}A_3P + 3A_3P$ et $\mathcal{Z}B_3B \sqcap \mathcal{Z}B_3P - 3B_3P$ et ut dixi ex natura centri $3A_3P$ in $BP \sqcap 3B_3P$ in AP . In aequ. 1 pro $\mathcal{Z}A_3A$ 10 et $\mathcal{Z}B_3B$ substituendo eorum valores ex aequ. 2. 3. fiet $\mathcal{Z}A_3P \sim BP,,$ $+ 3A_3P \sim BP$ + $\mathcal{Z}B_3P \sim AP$ $\boxed{- 3B_3P \sim AP}$ $\boxed{- 3A_3P \sim BP \text{ per 4}}$ $\stackrel{(5)}{\sqcap} A_2A$ in $BP + B_2B$ in AP .

$\mathcal{Z}A_3A \sim BP, + \mathcal{Z}B_3P \sim AP \sqcap$ datae quantitati d . Rursus $\mathcal{Z}A_3A - \mathcal{Z}A_3P$ ad $\mathcal{Z}B_3P - \mathcal{Z}B_3B$, ut AP ad BP . Unde ex hac analogia aequatio: $\mathcal{Z}A_3A, BP - \mathcal{Z}A_3P, BP \sqcap \mathcal{Z}B_3P, AP,, - \mathcal{Z}B_3B, AP$.¹⁵

$$\begin{aligned} \text{Ex aequ. 5 fiet } & \frac{A_2A - \mathcal{Z}A_3P}{\mathcal{Z}B_3P - B_2B} \sqcap \frac{AP}{BP}. \mathcal{Z}B_3P \sqcap \mathcal{Z}A_3P + \mathcal{Z}A_2B. \text{ Ergo fiet } A_2A, BP, - \mathcal{Z}A_3P, BP \sqcap \\ & \mathcal{Z}A_3P, AP,, - B_2(B, AP.) \\ \text{Ergo } \mathcal{Z}A_3P \sqcap & \frac{A_2A, BP,, - \mathcal{Z}A_2[B], AP,, + B_2B, AP}{\langle AP + \rangle BP}. \end{aligned}$$

Et $\underbrace{\mathcal{Z}A_3P + \mathcal{Z}A_2P}_{\langle \mathcal{Z}P_3P \rangle} \sqcap \langle A_2A, \rangle BP,, \boxed{- \mathcal{Z}A_2B, AP,,} + B_2B, AP,, + \langle \neg \rangle \boxed{AP}$ [Rechnung
bricht ab.]²⁰

3 P erg. Hrsg. 3 gravitate L ändert Hrsg. 7 A (1). Item (a) scimus (b) ponimus esse
(2) seu L 10 3B3P et (1) ex sup (2) ut L 11 3A3P ~ | in streicht Hrsg. | BP,, L 17 P
L ändert Hrsg. 18 P L ändert Hrsg.

1–5 Centrum [...] 3p: Leibniz wechselt in der Bezeichnung des Schwerpunkts zwischen P und p .

14–19 Unde [...] \boxed{BP} : Leibniz verwendet hier das Komma als Multiplikationszeichen, neben dem üblicheren Zeichen \sim .

43₂. SPECIMINA ARTIS CONDENDI THEOREMATA

Mai 1677

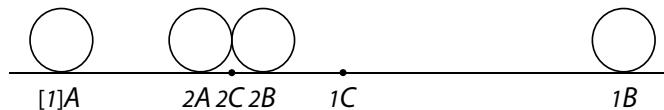
Überlieferung:

- L* Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 144–145. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen in der Mitte von Bl. 145; Papiererhaltungsmaßnahmen; Papierbruch an den Blatträndern mit Textverlust. Eine Seite auf Bl. 145 v° und die Hälfte einer Spalte auf Bl. 144 r°. Bl. 144 r° überliefert auch N. 40. Auf Bl. 144 v° und 145 r° sowie im Randbereich von Bl. 144 r° wird zudem N. 42₁ überliefert; die unteren zwei Drittel von Bl. 145 r° und der obere Rand von Bl. 145 v° überliefern N. 42₃.
- 5 *E* (tlw.) FICHANT 1994, S. 365–367.

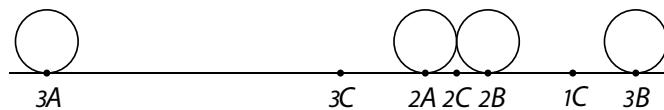
[145 v°]

10

Specimina artis condendi theoremata



[Fig. 1]



[Fig. 2]

9 Am Rand, über [Fig. 1]: <Pri>oribus paginis^[a] non per omnia <h>aec calculavi, sed haec ultimo demum. Maij 1677.

^[a] <Pri>oribus paginis: Die ersten drei Seiten des Bogens überliefern N. 40, N. 42₁ und N. 42₃.

Duae regulae: (1) eadem est celeritas centri gravitatis seu directio totalis ante et post concursum.

(2) Eadem est potentia totalis ante et post concursum.

Corpus *A* est ad corpus *B*, ut recta B_1C (posito $1C$ esse centrum gravitatis) quam vocabo *a*, ad rectam A_1C , quam vocabo *b*. Celeritas prima corporis *A*, seu recta $1A_2A$ sit *e*. Celeritas prima corporis *B*, seu recta $1B_2B$ sit *f*.

Celeritas secunda corporis *A*, seu recta $2A_3A$ sit *i*, celeritas secunda corporis *B* seu recta $2B_3B$ sit *m*.

1–3 Nachträglich zwischen [Fig. 1] und der ersten Textzeile eingefügt, bezogen auf Regel (1): (Quod centrum gravitatis semper in eadem recta procedit ac demonstrabitur ope concursus gravium et levium in aqua,^[a] nonnihil obliqui.^[b] Ostenditur enim posito quod centrum gravitatis non ita procedat, dari motum perpetuum, fingendo gravia et levia prius non connexa mox connecti in libram. Idem fiet et sine liquore, si unum descendat gravitate, alterum ascendat impulsu, oblique. Demonstrationes tales ex semiphysicis quantum gravitate utuntur, possunt redi abstractae, si pro gravitate adhibeat ejus causam, fingendo motum universalem depellentem.)]

^[a] aqua, (1) ob (2) nihi (3) nonnihil ^[b] (Quod [...] obliqui: Ein entsprechender Beweis wird in *De corporum concursu, Scheda nona* von Januar 1678 (N. 5811) erbracht.

Darüber, bezogen auf Regel (2): Potentia totalis alia quam potentia totius. Potentia totius est celeritas centri gravitatis, si omnia eo rigide adhaerere et totum ipso suo centro recta procedente atque dure in aliud impingere ponamus. (Hinc etiam demonstratio: ponantur connecti nunc dissolvi, nisi eadem est celeritas centri gravitatis, non eundem ictum infligeret, quem ante, quia tota celeritas centri hujus ictum infligit a toto aggregato.)]

1 regulae: (1) (1) idem est centrum (2) eadem est celeritas centri *L* 1 seu directio totalis erg. *L*
 3 totalis erg. *L* 3f. concursum (1) | ; seu streicht Hrsg. | (2) . Corpus *A* sit aequ. a Corpus *B* aequ.
 b. Celeritas (3) . Quando (4) celeritas (5) . Corpus *L* 4 gravitatis) (1) ad rectam (2) quam *L*
 5 Celeritas | prima erg. | corporis *L* 6 Celeritas | prima erg. | corporis *L* 7 Celeritas
 (1) prima corp (2) secunda *L* 7 seu recta $2A_3A$ erg. *L* 7 corporis *B* (1) sit *l* (2) seu *L*
 8-S. 424.1 sit *m*. (1) Ante omnia (2) Potentia *L*

Potentia corporis fit ex ductu ejus in celeritatem. Ergo ae , seu ${}_1A {}_2A \sim B {}_1C$ potentia prima corporis A , et bf seu ${}_1B {}_2B \sim A {}_1C$, potentia prima corporis B . Summa utriusque potentiae in primo statu $ae + bf$. Eodem modo $ai + bm$ potentia utriusque in secundo statu, eritque $ai + bm \sqcap ae + bf$ seu $a \overline{[i-e]} \sqcap b \overline{f-m}$. Seu $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i-e}{f-m}$ seu corpora sunt ut 5 mutationes celeritatum reciproce.

$$\text{Jam } {}_1C {}_2C \text{ quantitas data appelletur } c \text{ et } \frac{d}{{}_2B {}_2C} \text{ ad } \frac{db}{{}_2A {}_2C}, \text{ ut } \frac{a}{{}_1B {}_1C}$$

$$\begin{aligned} \text{ad } & \frac{b}{a}, \text{ ergo appelletur illud } d \text{ hoc } \frac{db}{a} \text{ ita enim } \frac{d}{db} \sqcap \frac{1}{b} \sqcap \frac{a}{b} \\ \text{ad } & {}_1A {}_1C \end{aligned}$$

$${}_1B {}_2C \sqcap \frac{a}{{}_1B {}_1C} + {}_1C {}_2C \sqcap \frac{f}{{}_1B {}_2B} + \frac{d}{{}_2B {}_2C}. \text{ Eritque } d \sqcap a + c - f \text{ et } \frac{db}{a} \sqcap b + \frac{cb}{a} - \frac{fb}{a}.$$

$$\text{Eodem modo } {}_1A {}_2C \sqcap \frac{b}{{}_1A {}_1C} - {}_1C {}_2C \sqcap \frac{e}{{}_1A {}_2A} + \frac{db}{{}_2A {}_2C}. \text{ Ergo } \frac{db}{a} \sqcap b - c - e \text{ at idem}$$

10 $\sqcap b + \frac{cb}{a} - \frac{fb}{a}$. Ergo $\frac{fb}{a} \sqcap \frac{cb}{a} + c + e$. Seu $fb \sqcap cb + ca + ea$. Id est $c \sqcap \frac{bf - ae}{a+b}$. Seu via centri gravitatis in summam magnitudinum aequatur differentiae potentiarum corporum directe sibi occurrentium. Si in easdem tendant partes aequabitur summae.

Posito ergo ex primo axiomate eandem esse viam centri gravitatis, ante et post concursum, ideo erit $\frac{bf - ae}{a+b} \sqcap \frac{\pm bm \pm ai}{a+b}$, seu $bf - ae \sqcap \pm bm \pm ai$. Id est differentiae poten-

5 *Zwischen den Zeilen, unter* mutationes: Mutationes: nimirum additioni celeritatum eodem modo repugnant. Et eadem vis in duo diversa agens corpora vim iis addet (ergo et adimet) in reciproca ipsorum ratione.

10 *Zwischen den Zeilen, über* via: Exprimi deberet in quam partem sumatur haec via.

4 $e - i$ Ländert Hrsg. 4f. $\frac{i-e}{f-m}$ seu (1) deminutiones celeritatum sunt (2) corpora sunt ut (a) | diminutiones streicht Hrsg. | (b) mutationes celeritatum L 5f. reciproce. (1) Habetur ergo (a) valo (b) quantitas $f-m$ quae est $\frac{a}{b} \overline{i-e}$ (2) Jam L 11 gravitatis (1) est (2) in (a) magnitudinem (b) summam magnitudinum L 12 sibi erg. L 12 Si [...] summae. erg. L 12f. summae. (1) Hinc porro (2) Posito L

tiarum ante concussum aequales erunt differentiis potentiarum post concussum. Cumque supra statuerimus summam quoque potentiarum semper esse eandem, tunc manifestum est differentiam quadratorum a potentias, ante et post concussum semper esse eandem. Item quia $bf - ae \sqcap \pm bm \pm ai$ erit transponendo $bf \pm bm \sqcap ae \pm ai$ seu $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e+i}{f+m}$.

Ubi necesse esse vel hinc patet \pm significare $+$, adeoque \pm significare $-$. Nam quia idem 5
 $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i-e}{f-m}$ ex superioribus. Ideo si ponamus signum \pm valere $-$ erit ex praesenti calculo
 $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e-i}{f-m}$, adeoque erit $e-i \sqcap i-e$, adeoque erit $e \sqcap i$ quod est absurdum, nam cele-
ritatem ejusdem corporis post concussum mutari posse manifestum est. Habemus ergo
aequationes duas $bf - ae \sqcap ai - bm$ et $ae + bf \sqcap ai + bm$. Sive $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f-m}{i-e} \sqcap \frac{f+m}{i+e}$ seu
 if $+ ef - im$ $-em$ \sqcap if $+ im - ef$ $-em$ unde erit $\cancel{2ef} \sqcap \cancel{2im}$. Id est erit e ad i , ut m ad 10
 f vel e ad m ut i ad f , quae verbis sic exprimemus, celeritates duorum corporum erunt
reciproce proportionales celeritatibus eorundem corporum in contraria mutatis. Quod
valde rationi consentaneum ut in quantum habent directionis in tantum resistant contra-

11 *Zu e ad m ut i ad f:* [Sequitur^[a] ex his corpora concurrentia semper actiones et
potentias permutare.]^[b]

^[a] [Sequitur: Eckige Klammer von Leibniz. ^[b] permutare.]: Eckige Klammer von Leibniz.

6 ex superioribus *erg. L* 7 absurdum, (1) ponantur enim | esse *gestr.* | celeritates (2) nam *L*
11 ut *i* ad *f*, (1) id est celeritates ante concussum erunt proportionales celeritatibus post concussum.
Vel celeritates | respectivae *erg.* | ejusdem corporis ante et post concussum erunt inter se proportionales.
(a) Unde praeclarum illud theorema, (aa) si (bb) duobus assumtis in mundo cor (b) Haec est lex naturae,
ut duobus assumtis corporibus spatia eodem tempore (aa) percursa sint semper (bb) appropinquando
vel recedendo percursa eandem semper servent proportionem. (aaa) Eaque (bbb) Idque manebit verum
in perpetuum, qualescumque intercedant quietes. Videndum an id etiam tertio corpore superveniente
maneat verum, foret enim theorema pulcherrimum. (2) *e* ad *i*, ut *m* ad *f*, id est (3) quae *L* 11 duorum
corporum | ante concussum *erg. u. gestr.* | erunt *L* 12 eorundem (1) post concussum (2) corporum *L*

riae directioni. Quemadmodum etiam illud valde rationi consentaneum, ut imminutiones celeritatum [seu] virium, sint reciproce proportionales ponderi seu soliditati corporum.

$\frac{e}{i} \sqcap \frac{m}{f}$. Ergo $\frac{e+i}{i} \sqcap \frac{m+f}{f}$. Ergo i est ad f ut $e+i$ ad $f+m$. Id est summae celeritatum respectivarum, sunt ut celeritates perturbata ratione sumtae. Perturbatam voco, id est 5 ut prior unius ad posteriorem alterius.

Jam quia habemus $3C$ per constructionem in lineis simplicissimam, sumendo scilicet $2C3C \sqcap 1C2C$ et ad easdem partes, superest ut quaeramus etiam $3C3A$, vel $3C3B$. $3A2C \sqcap 3A3C + 3C2C \sqcap 3A2A + 2A2C$.

Ergo $3A3C \sqcap 3A2A + 2A2C - 2C3C$. (Porro quia $ef \sqcap im$, seu $m \sqcap \frac{ef}{i}$ ideo $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i-e}{f-m}$ 10 idem erit quod $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i-e}{f-\frac{e}{i}f}$ ideo erit $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i^2-ie}{if-ef}$. Seu $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i}{f} \sim \frac{i-e}{i-e}$, seu $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i}{f}$ est autem $\frac{i}{f} \sqcap \frac{e}{m}$. Ergo $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e}{m}$: adeoque $\frac{2A3A}{i} \sqcap \frac{b}{a}f$ et $\frac{2B3B}{m} \sqcap \frac{a}{b}e$. Hinc posita corporum $a[.]$ b aequalitate statim patet permutatio celeritatum. Mira autem in his rursus theorematum continentur et nimirum celeritates esse ut corpora in ratione reciproca perturbata. Seu ut corpus a ad corpus b ita f celeritas corporis b prior est ad i celeritatem corporis a 15 posteriorem. (Melius non nihil exprimendum nec sufficit dicere esse in reciproca perturbata, sed addendum quod exprimat priorem reciproce sumi). Hinc ergo optima sumitur constructio nempe ad inveniendum punctum $3A$,

(fiet) $3A2A$ ad $2B1B$ ut $1A1C$ ad $1C1B$
 (et $3B2$) B ad $\langle 2A1A \rangle$ (ut) $\langle 1 \rangle B \langle 1 \rangle C$ ad $\langle 1 \rangle C \langle 1 \rangle A$.

Seu $3A2A$ ad $1A1C$ ut $2B1B$ ad $1C1B$, seu $3A2A$ ad $2A2C$ ut $2B1B$ ad $2B2C$. Hinc $3A2A + 2A2C$ id est $3A2C$; ad $2A2C$, ut $2B1B + 2B2C$, seu $\langle 1 \rangle B \langle 2C \rangle$ ad $2B2C$. Ergo $3A2C$ ad $1B2C$ (ut) $\langle 2 \rangle A \langle 2 \rangle C$ ad $\langle 2 \rangle B \langle 2 \rangle C$ $1A1C$ ad $\langle 1 \rangle B1C$, seu ut corpus $\langle B$ ad $A.$)

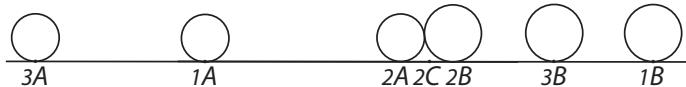
1f. ut | virium *erg. u. gestr.* | (1) imminutionib (2) imminutiones celeritatum | seu *erg. Hrsg.* | virium *erg.* | , sint L 2 proportionales (1) po (2) viribus (3) ponderi L 3 summae (1) directionum sunt ad (2) celeritatum L 4 celeritates (1) prior unius (2) perturbata L 9 $\frac{ef}{i}$ (1) erit (2) 11f. Hinc [...] celeritatum. *erg. L* 17f. $3A$, (1) fiet $2A3A$ seu i ad (2) (fiet) $3A2A$ L

9 (Porro: Die Klammer bleibt offen.

Conclusio pulcherrima: $3A_2C$ ad $1B_2C$, ut corpus B ad corpus A seu ut $[1A_1C$ ad $1B_1C]$. Ac proinde rursus: $3A_1B$ ad $1B_2C$, ut $1B_1A$ ad $[1B_1C]$. Sive $3A_1B$ ad $1A_1B$ ut $1B_2C$ ad $[1B_1C]$. Theorema memoria tenendum: elongatio unius corporis est ad approximationem alterius in reciproca corporum ratione, seu distantia corporis A a centro concursus post concursum est ad distantiam corporis B ab eodem centro concursus, ante concursum, ut corpus B ad corpus A . Centrum concursus voco centrum gravitatis commune corporum in momento concursus. Et vicissim poni potest B pro A et contra.

$$3A_2C \sqcap \frac{b}{a}f + b - c - e. \text{ Ergo } 3A_1C \sqcap \frac{b}{a}f + b - e.$$

[144 r°] [Ex demonstrationibus meis sequitur quid fiat si duo corpora inaequalia aequali celeritate concurrent, posito centrum concursus ob formam corporum (ideo non sphaericam) coincidere cum puncto contactus in linea concursus C .]



[Fig. 3]

Nam ponamus A esse minus et B majus et concurrere in centro concursus $2C$, aequali celeritate $1A_2A \sqcap 1B_2B$. Erit $3A_2C$, ad $1B_2C$ ut corpus B ad corp. A et $3B_2C$ ad $1A_2C$ ut corpus A ad corp. B , hypothesi ubi centrum concursus et punctum contactus idem. Imo omissa tali hypothesi, et omiss[um] centr[um] concursus[,] ex demonstratis[,] seu $3A_2A$ ad $1B_2B$, ut corp. B ad corp. A , $3B_2B$ ad $1A_2A$ ut corp. A ad corp. B . Est autem ex

1f. $1B_1C$ ad $1A_1C$ L ändert Hrsg. 2 $1A_1C$ L ändert Hrsg. 3 $1A_1C$ L ändert Hrsg.

3 Theorema | ultimum gestr. | memoria tenendum: (1) Corpus (2) Distantia corporis unius a (3) Re-cessus (4) Separatio | est gestr. | unius est ad (5) elongatio unius (a) est ad (b) corporis est ad L 5 corporis B (1) a (2) ab eodem L 9–11 sequitur (1), si duo corpora (a) aequalia inaequali (b) inaequalia aequali celeritate concurrent eundem esse effectum ac si duo corpora aequalia inaequali celeritate, sed molem (–)ante, ad idem quod prius concursus centrum concurrisse (2) quid fiat [...] concursus C . L 14 corp. B (1) et quia in tali (2), hypothesi L 15 omisso centro L ändert Hrsg.

9 [Ex: Die eckige Klammer stammt von Leibniz und bleibt offen.]

hypothesi ${}_1B \approx B \cap {}_1A \approx A$. Ergo $\frac{i}{m} \sqcap \frac{\frac{b}{a}f}{\frac{a}{b}e}$ et $f \sqcap e$. Ergo $\frac{i}{m} \sqcap \frac{b^2}{a^2}$. Ergo si duo corpora

inaequalia aequali celeritate concurrent celeritates concursu quae sitae sunt in ratione

corporum reciproca duplicata. Generaliter autem ex $\frac{i}{m} \sqcap \frac{\frac{b}{a}f}{\frac{a}{b}e}$, fiet $\frac{ei}{fm} \sqcap \frac{b^2}{a^2}$. Id est: Ratio

composita celeritatum ante et post concursum est eadem cum ratione corporum reciproca
5 duplicata.

Hinc illud praeclarum theorema: Si duo corpora quibuscunque celeritatibus concurrent, semper inveni emus eandem manere rationem compositam ex ratione celeritatum ante concursum cum ratione celeritatum post concursum. Hinc $\frac{ei}{fm} \sqcap \frac{iv}{mw}$. Ergo $\frac{e}{f} \sqcap \frac{v}{w}$.

Hinc novum theorema: Si duo corpora bis concurrent, erunt celeritates ante primum
10 concursum proportionales celeritatibus post secundum. Videndum an non eaedem. Nam
ac $i \sqcap \frac{b}{a}f$, $m \sqcap \frac{a}{b}e$, $v \sqcap \frac{b}{a}m$, et $w \sqcap \frac{a}{b}i$. Ergo $v \sqcap e$ et $w \sqcap f$. Ergo celeritates ante primum
et post secundum concursum eaedem.

3 Id est: (1) ante et (2) Ratio L

6 corpora (1) quacun (2) quibuscunque L

44. DE CENTRO POTENTIAE. DE SERVANDA POTENTIA ET DIRECTIONE IN
DUORUM CORPORUM CONCURSU

[Mai – Mitte Juni 1677]

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 146–147. Ein Bogen 4°; Wasserzeichen; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten; Textfolge: Bl. 146 r°, Bl. 147 v°, Bl. 147 r°, Bl. 146 v°; im Falzbereich von Bl. 146 v° und Bl. 147 r° mehrere Randanmerkungen. Der Übergang von Bl. 147 v° zu Bl. 147 r° ist durch den Hinweis „vertatur“ auf S. 436.7 gesichert; es folgen auf Bl. 147 r° zwei Anläufe, wovon der zweite durch das Verweiszeichen Ⓛ eingeführt wird (S. 437.8). Auf Bl. 147 v° (S. 434.2–7) eigenhändiger Text ohne erkennbaren Bezug zum Stück: *20 D. [/] 2. maß [/] 1 lin.*

5

- E (tlw.) FICHANT 1994, S. 390f.

Datierungsgründe: Leibniz führt im vorliegenden Konzept den Begriff des *centrum potentiae* ein, den er für den geraden Stoß zweier gleichförmig bewegter Körper analog zum Schwerpunkt (*centrum gravitatis*) definiert. Das *centrum potentiae* zweier Körper ist demnach der Punkt auf der Stoßlinie, dessen Entfernung zu den Körpern in umgekehrtem Verhältnis zu den Bewegungsgrößen (*mv*) stehen. Gleichzeitig mit der Einführung des Begriffs behauptet Leibniz (ohne Beweis), dass die Bewegung des *centrum potentiae* beim Stoß eine gleichförmige geradlinige ist. Diese These soll wohl eine weitere wichtige Gesetzmäßigkeit von Stoßvorgängen darstellen, über die von Huygens festgestellte („*Regles du mouvement dans la rencontre des corps*“, JS, Pariser Ausgabe, 18. März 1669, hier S. 23f.) und von Leibniz selbst übernommene gleichförmige Bewegung des Schwerpunkts hinaus. Die These spielt in den Konzepten N. 46 (ebenfalls Mai bis Mitte Juni 1677) sowie N. 52 und N. 54 (Ende Juni 1677 bis Januar 1678) eine bedeutende Rolle, wobei sie sich in letzterem Stück schließlich als unhaltbar erweisen wird. Daraufhin bestimmt Leibniz, von den Bewegungen der Körper ausgehend, die Lage des *centrum potentiae* vor dem Stoß in drei möglichen Fällen (siehe bspw. S. 434.1–14). Zuletzt widmet er sich einer ausführlichen Berechnung der algebraischen Verhältnisse der Quadrate der Geschwindigkeiten der Körper, wobei er zunächst durch Verwendung der *signa ambigua* alle drei Fälle in einer Gleichung zusammenfasst und sich anschließend (in zwei Anläufen) um eine Vereinfachung der Vorzeichen bemüht. Leibniz gelingt der Nachweis, dass die Gleichung in allen möglichen Fällen dieselben Vorzeichen hat (siehe z.B. S. 435.13–436.7). Die naheliegende physikalische Interpretation dieser allgemeinen Formel, die auch in späteren Konzepten wieder aufgegriffen wird (siehe N. 47 und N. 54), ist der Erhaltungssatz der kinetischen Energie beim Stoß; diesen wird Leibniz allerdings nach heutigem Kenntnisstand erst in der *Scheda octava De corporum concursu* (N. 58₁₀ von Januar 1678, S. 637.5), im Rahmen der Einführung des quadratischen Kraftmaßes (mv^2), thematisieren.

Zur Datierung von N. 44 kann zunächst festgestellt werden, dass die Einführung des *centrum potentiae* am Anfang des Stücks der Struktur von N. 43₂ (Mai 1677) nachempfunden ist. Dort ging Leibniz ebenfalls von den zwei Grundregeln der Erhaltung der „*directio totalis*“ und der „*potentia totalis*“ beim Stoß aus, wobei in N. 43₂ die erste Regel mit der gleichförmigen Bewegung des Schwerpunkts gleichgesetzt war, hier hingegen die gleichförmige Bewegung des *centrum potentiae* beinhaltet. Möglicherweise stellt N. 44 den Versuch dar, den (nach Leibnizens Einschätzung sehr erfolgreichen, siehe die Datierungsgründe) Ansatz von N. 43₂ auf den neuen Begriff *centrum potentiae* anzuwenden. Hinzu kommt,

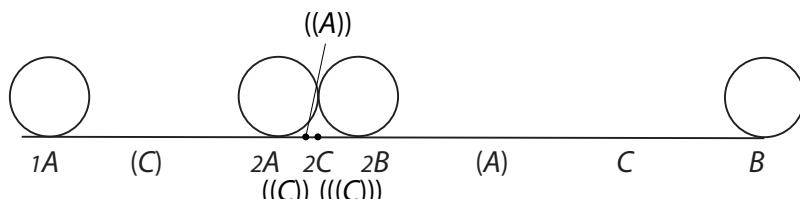
35

dass Leibniz an dieser Stelle einige Ergebnisse von N. 43₁ (März 1677) und N. 43₂ (Mai 1677) rekapituliert, wie z.B. den Lehrsatz „mutationes celeritatum sunt corporibus reciproce proportionales“ (siehe S. 431.6). Aus diesen Gründen erscheint eine Abfassung von N. 44 nach N. 43₂, also ab Mai 1677, sehr wahrscheinlich.

5 Von den zwei Konzepten über das *centrum potentiae*, die die Merkmale einer Einführung aufweisen, ist das vorliegende höchstwahrscheinlich das frühere. Dies geht aus einer Passage des zweiten Stücks (N. 45) hervor, worin Leibniz sich anschickt, die möglichen Lagen des *centrum potentiae* vor und nach dem Stoß zu bestimmen und dabei auf eine frühere Untersuchung anspielt, die sich auf seine Lagen vor dem Stoß beschränkt hatte (S. 445.10–11). Die Beschreibung trifft auf das Konzept N. 44 zu, welches daher bei der Abfassung von N. 45 vorgelegen haben muss.

10 Zur weiteren Einkreisung der Entstehung von N. 44 kann das Konzept N. 46 herangezogen werden. Dieses ist (neben N. 52 und N. 54) eins der Stücke der Jahre 1677–1678, die sich auf den Begriff und die Eigenschaften des *centrum potentiae* berufen. Als Terminus *ante quem* für N. 46 kann Mitte Juni 1677 ermittelt werden (siehe die Datierungsgründe). Unter der Annahme, dass die grundlegenden Ausführungen von N. 44 (und N. 45) der Abfassung von N. 46 vorausgingen, kann der genannte Terminus *ante quem* übernommen werden, woraus sich für N. 44 die vorgeschlagene Datierungsspanne ergibt.

[146 r^o]



[Fig. 1]

	Corporis	<i>a</i>	celeritas prior	<i>e</i>	posterior	<i>i</i>
	...	<i>b</i>	celeritas prior	<i>f</i>	...	<i>m</i>
20	...	<i>a</i>	potentia ...	<i>ae</i>	...	<i>ai</i>
		<i>b</i>		<i>bf</i>		<i>bm</i>

Si ${}_1B$ dexterior quam ${}_1C$, ergo et ${}_1B$ dexterior quam ${}_1A$, et ${}_2B$ dexterior quam ${}_2A$, ergo et ${}_2B$ dexterior quam ${}_2C$, ergo si motus sit a dextro in sinistrum, tunc si B sequitur ${}_1C$, ergo et ${}_2B$ sequitur ${}_2C$.

19f. *m* (1) Potentia corporis *a*. (2) ... *a L* 21–S. 431.1 *bm* | (1) ${}_1B$ dexterior quam ${}_1C$ et ${}_1C$ dexterior quam ${}_1A$ (2) Si ${}_1B$ [...] ${}_2B$ sequitur (a) ${}_2B$ (b) ${}_2C$. *erg.* | In (1) con (2) | de streicht Hrsg. | (3) duorum *L*

In duorum corporum concursu aio servari tum potentiam [to]talem tum directionem totalem.

ob Potentiam:

Quia eadem esse debet prior et posterior summa potentiarum. Hinc

$$ae + bf \stackrel{(1)}{\sqcap} ai + bm$$

5

seu $\frac{a}{b} \stackrel{(2)}{\sqcap} \frac{m-f}{e-i}$. Seu mutationes celeritatum sunt corporibus reciproce proportionales.

$$\frac{me - fe}{ef - if} \sqcap \frac{ae}{bf}. \text{ Ergo } \frac{\frac{+me}{ef - if} - if}{\frac{-fe + fe}{ef - if}} \sqcap \frac{ae + bf}{bf} \text{ seu } \frac{me - if}{ae + bf \sqcap ai + bm} \sqcap \frac{e - i}{b}.$$

Unde si $e \sqcap i$ erit $f \sqcap m$

seu si prior celeritas major posteriore in uno corpore, erit minor in altero. Seu si celeritas unius minuitur, celeritas alterius augetur.

10

ob Directionem

Debet centrum potentiae semper procedere uniformiter.

Si recta AB corporum distantia; ita secetur in C . ut sit AC ad BC , in reciproca potentiarum ratione, seu ut bf ad ae , voco C . centrum potentiae.

Ex corporum ergo duorum[,] de quibus agitur, magnitudine situ et celeritate datis, 15 calculemus viam centri potentiae. Quod ut fiat inspiciatur figura; ubi patet ob varias positiones atque directiones corporum variari nonnihil calculum quoad signa. Nam ex. gr. cum de sola potentiarum summa ineunda ageretur non consideravimus, utrum celeritates e et f in easdem an vero in contrarias tenderent partes, nunc vero, ubi de ipsa directione quaeritur etiam signis directio exprimenda est.

20

Itaque $\angle A_2B$ cadunt inter A et B , si corpora tendant in contrarias partes[,] si vero corpora $B.(A)$ tendant in easdem partes $\angle B_2A$, tunc (A) erit inter $\angle A$ et B . Imo videtur fieri posse ut $((A))$ cadat inter $\angle B_2A$, si scilicet tam tarde procedat $((A))$ ut distantiam quae est inter A et B etiam proxima non prius absolvat, quam B ad ipsum perveniat. Punctum C semper est situm inter A et B , et $\angle C$ inter $\angle A$ et $\angle B$. Jam lineas ip[s]as 25 denominemus. Rectam C_2C vocemus c^2 . rectam $\angle B_1C$. vocemus ae , rectam $\angle A_1C$ vocemus

1 concursu (1) pono (2) aio L 1 talem L ändert Hrsg. 6f. Seu mutationes [...] $\frac{e-i}{b}$.
erg. L 13 secetur (1), ut sit (2) in C . L 16 figura; (1) est autem (2) ubi patet L 18 celeritates *erg. L* 21 Itaque (1) si $\angle A_2B$ cadunt inter A et B , corpora tendunt (2) $\angle A_2B$ [...] tendant L 23 scilicet (1) tum tendi (2) tam tarde (a) procedit (b) procedat (aa) $((A))$ in A (bb) $((A))$ L 25 Punctum C (1) situm (2) sane potest esse situm, (3) semper L 25 et B , (1) vel $\angle A_2B$ (2) et L 25 ipas L ändert Hrsg.

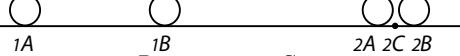
bf. rectam $2B_2C$ vocemus d^2 . et rectam $2A_2C$ vocemus $\frac{bf}{ae}d^2$. Erit $\frac{2B_2C \sqcap d^2}{2A_2C \sqcap \frac{bf}{ae}d^2} \sqcap \frac{ae}{bf}$.

Jam accedamus ad investigationem aliarum linearum et earum quidem quae bis reperiri possunt, inde enim prodibunt aequationes. Primam $1B_2C \sqcap \frac{ae}{1B_1C} + \frac{c^2}{1C_2C}$. Sumo enim B pro illo corpore, quod in eam tendit partem, in quam tendit centrum potentiae et ipsum sequitur. Tantum videndum an non dari possit casus quo nullum corpus in eandem cum centro potentiae partem tendat et centrum sequatur. Sane si ambo in eandem tendant partem etiam centrum potentiae tendet in eandem et alterutrum sequetur hoc centrum. Si unum quiescat, idem est quia perinde est ac si id quod quiescit tardissime moveatur. Si vero sibi occurrant, tunc necessario centrum potentiae vel movebitur, et in eandem utique partem tendet cum alterutro, vel quiescat, et eo casu intelligi potest in alterutram partem moveri motu tardissimo. Quandocunque autem concurrunt duo corpora semper corpus sequitur centrum potentiae cum quo in eandem partem tendit. Semper ergo corpus haberi potest, quod in eandem cum centro partem moveri intelligitur et ipsum sequitur, et tale corpus scilicet vocemus B . et aequatio haec necessario signa habebit, quae ascripsi $1B_2C \sqcap ae + c^2$.

Rursus: $1B_2C$ determinatur per $1B_2B$ et $2B_2C$. Tantum videndum an punctum $2B$ semper cadat inter $1B$ et $2C$ et dico id semper fieri, quia si B sequitur $1C$ tunc etiam $2B$ sequitur $2C$ et $1B$ sequitur $2B$ [:]

$\overline{2C} \quad \overline{2B} \quad \overline{1B}$

[Fig. 3b]

2 aliarum (1) literarum (2) linearum L 2f. quidem (1) quas bis reperiunt (2) quae [...] possunt, L 4f. et ipsum sequitur erg. L 6 et centrum sequatur erg. L 7 et alterutrum sequetur hoc centrum erg. L 9 centrum (1) gravitatis (2) potentiae L 11f. Quandocunque [...] tendit. erg. L 13 centro | gravitatis *gestr.* | partem L 13 et ipsum sequitur erg. L 17-S. 433.1 quia (1) $2C$ semper inter $2B_2A$ et $2A$ semper longius (a) a $2B$ (b) ab $1B$ quam a $2B$ abest excepto uno casu, si B praecedat A sequatur, ut si sit positio:  [Fig. 2] eoque casu (2) si [...] sequitur $2B$ (a), excepto uno casu quo B ita sequitur C ut prius attingat A , quam C , ope egredientis particulae tunc enim ordo erit $1B_2B_1C_2C$ $\overline{2C \ 1C \ 2B \ 1B}$ [Fig. 3a] (b) $\overline{2C \ 2B \ 1B}$ [Fig. 3b] Ideo L

Ideo erit ${}_1B_2C \sqcap {}_1B_2B + {}_2B_2C$. Ergo ${}_1B_2B \sqcap {}_1B_2C \dagger {}_2B_2C$. Ergo $ae + c^2 \sqcap fl + d^2$. Ergo
 $fl \dagger d^2$
 $d^2 \sqcap +ae + c^2 - fl$. et $\frac{bf}{ae} d^2$ $({}_2A_2C) \sqcap fl + bf + \frac{bfc^2}{ae} - \frac{bffl}{ae}$.

Rursus: eodem modo, ut bis quaequivimus ${}_1B_2C$, ${}_2B_2C$ [,] ita bis quaeramus ${}_1A_2C$. ubi
quidem variationem omnium possibilium habenda est ratio. Et primum ${}_1A_2C$, determinatur per ${}_1A_1C$ et ${}_1C_2C$, corpus autem A , et centrum potentiae C vel tendunt in easdem 5
partes vel non. Si in easdem tendunt partes, rursus vel corpus A praecedit vel sequitur
centrum potentiae.

[147 v^o] Si corpus A sequitur centrum potentiae, tunc corpus B non sequitur, (nam
cum duo corpora medium habeant hoc centrum, non potest non alterum praecedere
alterum sequi). Sed hoc est contra Hypothesin; posuimus enim B sequi. Si vero corpus A 10
praecedit, tunc necessario (A) erit inter C et ${}_2C$, excepto uno casu[.] ((A)) est [inter] ${}_2C$
et ${}_1C$. Ergo duo ordines sunt: ${}_1C_1A_2C$ et erit ${}_2C_1A \sqcap {}_2C_1C - {}_1C_1A$ [;] alter ${}_1C_2C_1A$ et erit
 ${}_2C_1A \sqcap - {}_2C_1C + {}_1C_1A$. Nimirum corpus A praecedit, et C . sequitur A , et B sequitur C .
Quaeritur an possit fieri ut corpus B attingat corpus A , antequam corpus A decurrere
possit rectam quanta est ${}_2C_2A$. Quod fieri potest, quia potest aliquid longe prominere ex 15
corpo B , ut mature attingat corpus A . Et tunc situs ipsius A est ((A)) ponendo locum
ipsius ${}_2C$ inter ${}_1C$ et ${}_1A$. Denique si corpora $A.B$ in oppositas tendant partes et sit A illud
quod in partem tendit directioni centri C . contrariam, tunc rursus vel erit ${}_2C$ necessario
inter A et C . nam C est dexterius ipso A , et ${}_2C$ etiam est dexterius ipso A , quia est
in parte B , seu inter ${}_2B$ et ${}_2A$ [,] et ${}_2C$ est sinisterius ipso C , quia tendit dextrorum in 20
partes oppositas partibus C . Ergo ${}_2C$ quod est dexterius quam A , sinisterius quam C est
inter C et A .

3 ${}_1B_2C$, erg. L 7f. potentiae. [147 v^o] (1) Si corpus A sequitur centrum potentiae, | tunc corpus
 B gestr. | vel in easdem cum A tendit partes, vel in contrarias; si in easdem cum A tendit partes, tunc
istud B erit illud ipsum quod supra sumsimus in easdem tendens partes et sequens centrum; si vero
 B in alias atque A tendat partes, nec proinde sequitur centrum C , tunc ipsum A necessario sequitur
(2) Si L 11 casu | cum gestr. | ((A)) L 11 est | inter gestr., wieder gültig gemacht Hrsg. |
(1) ${}_2A$ et (2) ${}_2C$ L 12f. Ergo [...] + ${}_1C_1A$ erg. L 13 praecedit, (1) B sequitur (2) et L
14 antequam (1) punctum (2) corpus L 14f. decurrere possit (1) distantiam quanta est centri
(2) rectam L 16 corpus A . (1) Est erg (2) Et L 17 ipsius (1) A inter ${}_2C$ et ${}_2A$. (a) Est
ergo ${}_2C_1C - {}_1C_1A \sqcap {}_2CA$ (b) ${}_2C_1C - {}_1C_1A \sqcap {}_2C_1A$, si vero situs ipsius A . est (A) (2) ${}_2C$ inter ${}_1C$ et ${}_1A$.
Denique L

Habemus ergo tres casus, unum quo

${}_1A$ est inter C et ${}_2C$, et erit ${}_2C{}_1A \sqcap + {}_2C{}_1C - {}_1C{}_1A$ semper cum praecedat A per viam majorem ${}_1A$ sinisterius quam ${}_1C$ quia praecedat, ${}_2C$ sinisterius quam ${}_1A$, nam A majorem facit viam quam C .

5 ${}_2C \dots \dots \dots A$ et ${}_1C \dots \dots \dots {}_2C{}_1A \sqcap - {}_2C{}_1C + {}_1C{}_1A$ nunc cum praecedat, sed per viam minorem via centri, ${}_2C$ sinisterius quam ${}_1C$, si praecedat tunc enim alio B sequente omnia tendunt ad easdem partes et ${}_1A$ sinisterius quam ${}_2C$, quando via ejus minor.

10 ${}_1C$ est ... A et ${}_2C$ ${}_2C{}_1A \sqcap + {}_2C{}_1C + {}_1C{}_1A$ nunc cum occurrit. Si occurrunt erit tunc C dexterius quam ${}_2C$, et ${}_2C$ dexterius quam A (quia dexterius quam ${}_2A$. et ${}_2A$, hoc loco dexterius quam ${}_2C$). Sed hic postremus casus in A locum habere non potest, quia ipsi B tales dedimus ordinem signorum. Non autem simul potest competere duobus et ostendimus per enumerationem, quia neque cum praecedat A ipsum C , neque cum occurrit locus habet.

$${}_2C{}_1A \sqcap (\dagger)c^2(\dagger)bf.$$

15 Superest nunc ut investigemus ${}_2C{}_1A$ per ${}_1A{}_2A$ et ${}_2A{}_2C$. Nempe si A non sequitur C tunc vel ei occurrit, vel ipsum praecedat, seu ${}_2A$ semper sinisterior quam ${}_2C$, item ${}_2A$ semper sinisterior quam ${}_1A$, si A praecedat C seu in easdem tendit partes cum C , quod ponimus tendere sinistrorum. Sed ${}_1A$ modo dexterior quam ${}_2C$, modo sinisterior, dexterior cum via ipsius ${}_1A$ (in ${}_2A$) major quam via centri. Et tunc fit ordo ${}_1A{}_2C{}_2A$. a dextra ad sinistrorum, adeoque ${}_2C{}_1A \sqcap - {}_2C{}_2A + {}_2A{}_1A$ cum praecedat per viam majorem.

20 Vel erit ${}_1A$ sinisterior quam C , qua[ndo] via ab A in ${}_2A$ minor quam via a C in ${}_2C$, unde C non praevertit A , antequam veniat in ${}_2A$, adeoque semper manet ut erat eo dexterius, ergo ${}_2C$ dexterius eo casu quam A , et erit ordo: ${}_2C{}_1A{}_2A$ et aequatio: ${}_2C{}_1A \sqcap + {}_2C{}_2A - {}_2A{}_1A$ cum praecedat sed per viam minorem.

1f. quo (1) A est (2) ${}_1A$ L 2–4 semper [...] quam C erg. L 3 ${}_1C$ (1) quia A tendit sinistrorum (2) quia L 5–7 nunc [...] minor erg. L 6 minorem | via centri *gestr. u. wieder gültig gemacht* | (1) si praecedat sinist (2) ${}_2C$ L 8–10 nunc [...] ${}_2C$) erg. L 11 ipsi erg. L 11–13 duobus (1). | Est streicht Hrsg. | ergo (2) et [...] habet. L 16 praecedat (1). Si A praecedat (a) B (b) C ex hypothesi, et semper (aa) A (bb) ${}_2A$ praecedat ${}_2C$ ex natura rei (2), seu L 16f. ${}_2A$ semper (1) dexterior quam [...] semper dexterior quam ${}_1A$, (2) sinisterior [...] ${}_1A$, L 19 ipsius ${}_1A$ (1) minor (2) (in L 20 sinistrorum, (1) quia (2) adeoque L 20 cum [...] majorem erg. L 21 quam L ändert Hrsg. 21 quam via (1) ab A in (2) a C in L 22 unde (1) ergo (2) C non (a) venit (b) praevertit L 22 in (1) B (2) ${}_2A$, L

Denique cum occurrit A ipsi C , tunc quidem $\angle A$ erit semper sinisterior quam $\angle C$ ex natura rei. Sed et $\angle A$ dexterior etiam quam $\angle A$, quia A , tendit dextrorum, ergo fiet ordo a dextro $\angle C_2 A_1 A$, et fiet aequatio: $\angle C_1 A \sqcap + \angle C_2 A + \angle A_1 A \sqcap - \angle C_1 C + \angle C_1 A$.

Ergo ut omnia colligamus, erit in casu occursum $\angle C_1 A \sqcap + \angle C_2 A + \angle A_1 A \sqcap - \angle C_1 C + \angle C_1 A$ at in casu praecedentiae per viam majorem via centri erit

$$\angle C_1 A \sqcap - \angle C_2 A + \angle A_1 A \sqcap + \angle C_1 C - \angle C_1 A$$

..... minorem

$$\angle C_1 A \sqcap + \angle C_2 A - \angle A_1 A \sqcap - \angle C_1 C + \angle C_1 A.$$

Ergo $\angle C_1 A \sqcap + \angle C_2 A + \angle A_1 A \sqcap - \angle C_1 C + \angle C_1 A$. Seu $\angle C_1 A \sqcap \neq \angle C_2 A \neq \angle A_1 A \sqcap \neq \angle C_1 C \neq \angle C_1 A$.
 $\frac{bf}{ae} d^2 \quad el \quad c^2 \quad bf$

Ergo $\frac{bf}{ae} d^2 \sqcap -c^2 \boxed{+bf} \neq el$ et supra erat idem: $\sqcap \boxed{+bf} + \frac{bfc^2}{ae} - \frac{bfff}{ae}$. 10

Fietque: $c^2 ae + c^2 bf \sqcap + bfff \neq ae^2 l$. et $c^2 \sqcap \frac{bfff \neq aeel}{ae + bf}$. Jam examinandum quae sint signa in omnibus tribus casibus post concursum. Idem $c^2 \sqcap \frac{(+bmml((+))aiil)}{ae + bf}$. Quia eadem semper via centri gravitatis, tantum signa quaerenda sunt. Interim $bfff \neq ae^2 \sqcap (+bm^2((+))ai^2)$. Seu $(+)bm^2 - bf^2 \sqcap \neq ae^2((-))ai^2$. Seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\neq e^2((-))i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. Ex priore aequatione $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. seu $ae - ai \sqcap bm - bf$. erit $m \sqcap \frac{ae - ai}{b} + f$ seu $m \sqcap$ 15
 $\frac{a}{b} \frac{m-f}{e-i} + f$. et erit $(+)bm^2 \sqcap (+) \frac{\cancel{b}a^2}{\cancel{b}f^2} \frac{e^2 - 2ei + i^2}{e-i} (+)bf^2 (+) \cancel{b} \frac{2af}{\cancel{b}} \frac{e-i}{e-i}$. Et $(+)bm^2 - bf^2 \sqcap$

9 Unterhalb Ergo $\angle C_1 A$ [...] Seu $\angle C_1 A$: (Si non potuissent omnia tam in una quam in alia aequatione ad tres reduci casus, sed in una fuissent aliae faciendae subdivisiones quam in alia nonnullis licet coincidentibus, tunc ducendo divisionem in divisionem potuissent fieri tot casus quot minimae species. NB.)]

1f. $\angle C$ (1) et erit (2) ex natura rei. Sed | et erg. | $\angle A L$ 3 a dextro erg. L 3f. $\angle A_1 A$.

(1) Ergo erit (2) Ergo ut omnia colligamus, L 11 $\frac{bfff \neq aeel}{ae + bf}$ (1) et quia idem $\sqcap bmml \neq a$ (2).

Jam L 12 concursum. (1) Accedit enim casus divergentiae quem in prioribus non consideravimus.

Itaque res altius repetenda atque universalius tractanda est. (2) Idem L 12 $c^2 \sqcap \frac{(+bmml((+))aiil)}{ae + bf}$.

(1) Erunt ergo (2) Quia L

(+) $\frac{a^2}{b} \overline{e^2 - 2ei + i^2}$ (+) bf^2 (+) $2af \overline{e-i}$ $\sqcap \nmid ae^2((-))at^2$, et habebitur aequatio explicans valorem ipsius f , ubi posito esse (+) $\sqcap +$ aequatio reddetur multo simplicior, simplicissima autem si praeterea \nmid valeat +, et ((-)) valeat -[,] tunc enim fiet $\frac{m+f}{e+i} \sqcap \frac{a}{b}$ quod tamen semper locum non habet. Semper autem videtur ((+)) significare +, seu + praefigi ipsi a_{il} uti praeфиксum est plus ipsi b_{fl} , in calculo viae centri, quia ut ab $1B$ ad $2B$ eundo et ab $1C$ ad $2C$, B sequitur C , ita eundo a $3B$ ad $2B$ vel a $3C$ ad $2C$. semper A sequitur C .
 Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\nmid e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$.

[Nachfolgender Text bis S. 437.6: erster Anlauf zu S. 437.8ff.]

$$[147 r^o] \frac{a}{b} \sqcap \frac{e-i}{m-f} \sqcap \frac{\nmid e^2 - i^2}{(+m^2 - f^2)}.$$

10 Ponamus a esse $\sqcap b$. Erit $e-i \sqcap m-f$. Quod si jam et $e+i \sqcap m+f$ erit et $+e^2 - i^2 \sqcap m^2 - f^2$. At $\nmid e^2 - i^2$ etiam $\sqcap (+m^2 - f^2)$. Ergo si \nmid est + erit $e^2 - i^2 \sqcap m^2 - f^2$, itemque $\sqcap (+m^2 - f^2)$. Ergo si (+) est - erit $e^2 - i^2 \sqcap m^2 - f^2$ et $-m^2 - f^2$. quod fieri potest, seu $2e^2 - 2i^2 \sqcap -2f^2$, seu $e^2 \sqcap i^2 - f^2$ seu $e^2 + f^2 \sqcap i^2$. quod possibile. Sed non ut sit $\nmid \sqcap -$. In hoc casu fieret enim $e^2 - i^2 \sqcap +m^2 - f^2$, et $-e^2 - i^2 \sqcap (+m^2 - f^2)$. Ergo m non potest esse +. Sit enim $-e^2 - i^2 \sqcap +m^2 - f^2$. Ergo $f^2 \sqcap m^2 + e^2 + i^2$. Ergo $f^2 - m^2 \sqcap e^2 + i^2$. Ergo et $f^2 - m^2 \sqcap e^2 - i^2$. Dividatur majus per minus seu per $m+f$, et minus $e^2 - i^2$ per majus $e+i$ (positis omnibus in integris) manebit $f - m \sqcap e - i$. Ergo $f - m \sqcap m - f$ seu $f \sqcap m$.

$$7 \quad \frac{(+m^2 - f^2)}{\nmid e^2 - i^2} \quad (1) . \text{ Hinc si } (+) \sqcap \nmid (2) \sqcap \frac{m-f}{e-i}. L \quad 9 \quad [147 r^o] \quad (1) \text{ Si } e+i \sqcap \text{ quam } f+m \text{ et } b \text{ maj} \\ (2) \frac{a}{b} \sqcap L \quad 11f. \text{ itemque } \sqcap (+m^2 - f^2). \quad (1) \text{ Quod fieri potest } (2) \text{ Ergo } L \quad 13 \quad e^2 + f^2 \sqcap i^2. \quad (1) \text{ ergo} \\ e \sqcap i \quad (2) \text{ quod } L \quad 14 \quad (+m^2 - f^2). \quad (1) \text{ Ergo } (a) m \quad (b) (+) \text{ necessario } +. \quad (2) \text{ Ergo si } a \sqcap \quad (3) \text{ Ergo } m \quad L \\ 14f. \text{ esse } +. \quad (1) \text{ Ergo si } a \sqcap b \text{ et } e+i \sqcap m+f \text{ et } | \nmid \text{ est } (a) + (b) - \text{ streicht Hrsg.} | \text{ tunc etiam } (+) \text{ est } (aa) + (bb) - \quad (2) \text{ Sit enim } L \quad 15f. \text{ et } (1) f^2 \text{ erit } \sqcap | \text{ ergo et } \text{ streicht Hrsg.} | \quad (2) f^2 - m^2 \sqcap e^2 - i^2 \quad L$$

9 $\frac{a}{b} \sqcap \frac{e-i}{m-f} \sqcap \frac{\nmid e^2 - i^2}{(+m^2 - f^2)}$: Die linke Seite der Gleichung lautet richtig: $\frac{b}{a}$. Der Fehler wirkt sich auf sämtliche Rechnungen im folgenden Absatz aus.

Ergo hoc casu rursus signa eadem, seu si $a \sqcap b$. et $e + i \sqcap m + f$. et $f \sqcap m$, adeoque et $e \sqcap i$ et $\neq \sqcap -$ erit et $(+) \sqcap -$.

Video jam errorum fontes quod pro e substitui indifferenter i , et pro f , substitui m , quod fieri potest in expressione celeritatum, sed fieri non potest in expressione partium in quas distantia corporum per centrum potentiae secatur. Calculus ergo novus cautissime 5 ineundus.

[*Zweiter Anlauf:*]

$$\odot \frac{a}{b} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\neq e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i} \text{ ut ostendimus pagina versa.}$$

Nam ponamus $(+)$ esse $+$; et \neq esse $-$. Fiet $\frac{+m^2 - f^2}{-e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. Ergo (aut $m \sqcap f$ unde et $e \sqcap i$ quo casu et $a \sqcap b$ aut) dividendo utrobique per $m-f$ fiet: $m+f \sqcap \frac{-e^2 - i^2}{e-i}$ 10 quod est absurdum posito e esse majus quam i , foret enim quantitas negativa aequalis affirmativae. Ergo, si $e \sqcap i$ vel $m \sqcap f$, tunc semper posito $(+)$ esse $+$ etiam \neq erit $+$ et vicissim posito \neq esse $-$, eo in casu etiam $(+)$ erit $-$.

Sit jam $(+)$ $\sqcap -$ et $\neq \sqcap +$ tunc fiet $\frac{-m^2 - f^2}{+e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$, seu (nisi $e \sqcap i$ vel $m \sqcap f$) erit $e+i \sqcap \frac{-m^2 - f^2}{m-f}$, quod rursus absurdum nisi f sit major quam m . Ergo generaliter 15 concludi potest, si $m \sqcap f$, seu $e \sqcap i$ id est, si celeritas corporis ejus quod centrum potentiae sequitur, augetur, alterius vero minuitur, tunc signa $(+)$ et \neq eadem sunt.

Videndum an eadem ratione concludi possit, diversa haec signa esse, quoties contrarium est in celeritatibus. Ponamus signa esse eadem, et quidem primo utrobique $+$,

3f. m , (1) cum autem (2) quod L 5 quas (1) centrum gravitatis secatur (2) distantia corporum (a) seca (b) per L 8f. versa. (1) Ergo $(+)\sqcap\neq$ (2) Nam L 9f. (aut $m\sqcap f$ | unde et $e\sqcap i$ quo casu et $a\sqcap b$ erg. | aut) erg. L 10f. $m+f \sqcap \frac{-e^2 - i^2}{e-i}$ (1) | \sqcap streicht Hrsg. | $\frac{+e^2 - i^2}{e-i} - \frac{2e^2}{e-i} \sqcap e+i - \frac{2e^2}{e-i}$. Est autem e major i , si (2) quod (a) si $(+)\sqcap-$ erit (b) | quod erg., streicht Hrsg. | est L 11 quantitas (1) imaginaria (2) negativa L 11f. aequalis (1) verae (2) affirmativae L 14f. (nisi $e\sqcap i$ vel $m\sqcap f$) erit erg. L 15 absurdum (1) si (2) nisi L 16 seu (1) $e\sqcap i$ (2) $e\sqcap i$ L 19 celeritatibus.

(1) Id vero manifestum est (2) Nam resumta aequatione (3) Ponamus L 19 primo erg. L

8 ut ostendimus pagina versa: Siehe S. 436.7. 16 si $m \sqcap f$: Doppelt unterstrichen. 17 signa: Doppelt unterstrichen. 17 eadem sunt: Doppelt unterstrichen.

fiet: $\frac{+m^2 - f^2}{+e^2 - i^2} \sqcap \frac{m - f}{e - i}$. Ergo $\frac{m + f}{e + i} \sqcap 1$. (vel $m - f \sqcap 0$ vel $e - i \sqcap 0$) seu $m + f \sqcap e + i$ seu $e - f \sqcap m - i$. Ergo si $e \sqcap$ quam f etiam $m \sqcap i$. Unde $m \sqcap e + i - f$ et supra $ae - ai \sqcap bm - bf$ et $m \sqcap \frac{ae - ai + bf}{b} \sqcap e + i - f$. Ergo fiet $ae - ai \sqcap be + bi - 2bf$. Et $i \sqcap \frac{ae - be + 2bf}{a + b}$ et $m \sqcap e + \frac{ae - be + 2bf}{a + b} - f, \sqcap \frac{ae [+be] + ae [-be] + 2bf - af - bf}{a + b}$ seu $m \sqcap \frac{2ae - af + bf}{a + b}$. et
5 $f \sqcap \frac{af + bf}{a + b}$. Ergo $m - f \sqcap \frac{2ae - af + bf - af - bf}{a + b}$ seu $m - f \sqcap \frac{2ae - 2af}{a + b}$. et $e - i \sqcap \frac{2be - 2bf}{a + b}$. Ubi ut sciamus an m sit $\sqcap f$, scire oportet an sit $e \sqcap f$. Ergo si signa sunt + et $m \sqcap f$ etiam erit $e \sqcap f$ et $m \sqcap i$.

Si $m \sqcap f$ signa sunt eadem. Ergo si signa non sunt eadem m non est majus quam f . Omnis casus in quo $m \sqcap f$. est casus habens signa eadem. Eadem id est non diversa. Ergo omnis casus in quo $m \sqcap f$ non est casus habens signa diversa. Ergo conversione simplici: Omnis casus habens signa diversa non est casus in quo $m \sqcap f$. Sed quando m non est $\sqcap f$ tunc $m \sqcap f$. (Nam ubi aequale tunc potest sumi pro alterutro errore posito infinite parvo.) Ergo omnis casus habens signa diversa est casus in quo m minus f . Conclusimus ergo: 1. Quando $m \sqcap f$ signa eadem. 2. cum signa diversa $m \sqcap f$. Conversione per contrapositionem si $m \sqcap f$ signa sunt simul eadem. Si signa sunt + et $m \sqcap f$ etiam $e \sqcap f$. Ergo si signa sunt + etiam $e \sqcap f$. (Notabile consequentiae logicae exemplum). Ergo si $e \sqcap f$ signa non sunt + utrobique.

1 (vel $m - f \sqcap 0$ vel $e - i \sqcap 0$) erg. L 2 $m \sqcap e + i - f$ (1) | \sqcap streicht Hrsg. | $\frac{ae - ai + fm}{b}$ (2) et
 $(a) \frac{be + bi - fb}{f} \sqcap m \sqcap e + i - f$. Ergo (b) supra L 4 $m \sqcap \frac{2ae - af + bf}{a + b}$ (1) $m - f \sqcap$ (2) et L 6 Ubi
[...] an sit erg. L 9 quam f . (1) In omni casu in quo (2) Omnis L 9 $m \sqcap f$. (1) habet signa
eadem (2) est L 10 $m \sqcap$ | majus streicht Hrsg. | f L 11 m (1) majus (2) \sqcap L 14 2. |
Ergo gestr. | cum L 14f. contrapositionem | (streicht Hrsg. | si L 15 Si signa sunt (1) eadem
(2) + L 16 sunt (1) eadem (2) + L 16 $e \sqcap f$. (1) (Notabilis (2) (Notabile L 17 signa
(1) sunt diversa (2) non L

6f. si signa [...] $m \sqcap i$: Doppelt unterstrichen. 8 Si [...] eadem.: Doppelt unterstrichen.

16 si signa sunt + etiam $e \sqcap f$: Doppelt unterstrichen.

[146 v^o] $\frac{\pm e^2 - i^2}{(+m^2 - f^2)} \sqcap \frac{e - i}{m - f}$. Si \pm est + tunc fiet $\frac{(+m^2 - f^2)}{+e + i} \sqcap +m - f$. Multiplicando illinc per $e + i$, hic per $m + f$, fiet illic $(+m^2 - f^2)$, hic $+m^2 - f^2$. Hinc sequitur si \pm est + et $e + i \sqcap m + f$ tunc necessario et (+) est +. Et si \pm est + et (+) est + erit $e + i \sqcap m + f$. Impossibile est porro eo casu quo \pm est + esse $e + i \sqcap$ quam $m + f$ quia impossibile est esse $(+m^2 - f^2) \sqcap +m^2 - f^2$ seu esse $(+m^2) \sqcap +m^2$. Si vero $e + i \sqcap$ quam $m + f$ et \pm est + tunc necessario (+) est -. Si \pm est - tunc fiet: $\frac{-e^2 - i^2}{(+m^2 - f^2)} \sqcap \frac{e - i}{m - f}$, ubi si $m \sqcap f$ necessario m est -. Si vero m est minor quam f , et m est +, tunc fiet $\frac{-e^2 - i^2}{m + f} \sqcap e - i$. Et multiplicando illinc per $m + f$ hic per $e + i$, fiet illinc $-e^2 - i^2$, hic $e^2 - i^2$, ergo non possunt esse $e + i$ et $m + f$ aequales, imo non potest non esse $+e + i$ major quam $m + f$. Ergo si \pm est - et $f - e$ est major quam $i - m$, etiam (+) est +. Ergo si $f - e \sqcap i - m$ semper signa 10 \pm et (+) sunt eadem. Item si $m \sqcap f$ vel $e \sqcap i$ signa ista etiam sunt eadem. Si a minore f substrahatur e majus quam i a majore, relictum erit minus. Ergo si ab f substrahas e , majus quam i substrahendum ab m , tunc relictum $f - e$ erit minus quam relictum $m - i$. Ergo si $f - e \sqcap i - m$, tunc non potest esse $m \sqcap f$ et $e \sqcap i$, et contra, utroque modo autem signa sunt eadem, ergo semper signa sunt eadem. q. e. D.

15

13f. *Rechts des Textes in einem umrandeten Bereich:* In omni determinatione, si utroque signa mutentur mutanda est species determinationis, ut $a - b \sqcap c - d$. Ergo $-a + b \sqcap -c + d$

2 Hinc (1) multiplicando (2) sequitur si (a) $e + i \sqcap m + f$ necessario et (b) \pm est L 3f. erit $e + i \sqcap m + f$.
 (1) Rursus si (a) e (b) e (2) Si vero $e + i \sqcap$ quam $m + f$ (3) Impossibile L 5 $(+m^2) \sqcap +m^2$. (1) Ergo
 (2) Si L 5 $m + f$ (1) tunc (2) et L 6f. $m \sqcap f$ | vel aequalis erg. u. gestr. | necessario L
 8 multiplicando (1) hic per $m + f$ illinc (2) illinc per $m + f$ hic per $e + i$, fiet (a) $-e^2 - i^2$ illinc, (b) illinc
 $-e^2 - i^2$, L 8 ergo (1) necessario (2) non possunt L 9 aequales, (1) nec (2) imo L 9f. si \pm
 (1) esset (2) est L 11 etiam sunt eadem. (1) Ponamus (2) Si L 11 f erg. L 12 e
 erg. L 12 quam | i | quod a majore streicht Hrsg. | erg. | a majore, L

Si $m \sqcap f$ et $e \sqcap i$ signa (+) et \neq sunt eadem.

Si $f + m \sqcap e + i$

Seu si $f - e \sqcap i - m$

$f - e \sqcap m - i$.

5 $i - m \left. \begin{array}{l} \sqcap f - e \\ \sqcap e - f \end{array} \right\}$ quod est impossibile, quia mutatis signis debet mutari species determinationis seu character. Demonstrabimus ergo incompossibles esse has duas determinationes. $m \sqcap f$ sive $e \sqcap i$ et $f + m \sqcap e + i$. Superest demonstrandum quod alterutra saltem sit necessaria, assumamus ergo hanc determina[147 r^o]tionem $e + i \sqcap f + m$. et $m \sqcap f$ et $e \sqcap i$. Ex posteriore ut ante $m - i \sqcap f - e$. et $e - f \sqcap i - m$. Ex priore $e - f \sqcap m - i$ quod est 10 absurdum, neque enim idem $e - f$. potest simul esse majus quam $i - m$, et quam $m - i$. Ergo alterutra determinationum necessaria, nisi ponamus $f + m \sqcap e + i$. Nota si f [*Text bricht ab.*]

1–11 *Rechts des Textes, im Anschluss an* signa (+) et \neq sunt eadem: Ergo $m - i \sqcap f - e$ ^[a] et $e - f \sqcap i - m$ et $m + e \sqcap f + i$. Ergo $f + m \sqcap 2m + e - i$.^[b] Si ergo et $f + m \sqcap e + i$ erit $2m + e - i \sqcap e + i$ id est $2m \sqcap 2i$. seu $m \sqcap i$.

Eodem modo $e + i \sqcap f + 2i - m$. At idem $\sqcap f + m$. Ergo $f + m \sqcap f + 2i - m$, seu $m \sqcap i$. ut ante.

^[a] $m - i \sqcap f - e$ (1) vel (2) et L ^[b] $f + m \sqcap 2m + e - i$. (1) Ergo (2) Si ergo L

Rechts davon auf Bl. 147 r^o: [147 r^o] Pono ergo $m + 2e - f \sqcap e + i$. $m + f \sqcap e + i$.^[a]

$m + f \left. \begin{array}{l} \sqcap 2f + i - e \\ \sqcap 2m + e - i \end{array} \right\}$ Ergo $2m + 2e \sqcap 2f + 2i$. ut ante.

^[a] $m + f \sqcap e + i$ (1) Ergo $m + 2e - f \sqcap (2) f + 2 (3) m + f L$

4f. $f - e \sqcap m - i$. | Ergo $m \sqcap i$. streicht Hrsg. | $i - m L$ 5–12 quod [...] Demonstrabimus ergo (1) non (2) incompossibles [...] Nota si f erg. L

In aequ. $\frac{(+m^2 - f^2)}{\pm e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{a}{b}$ si (+) est -, tunc $(+m^2 - f^2)$ est quantitas negativa, ergo $\pm e^2 - i^2$ debet esse etiam quantitas negativa. Ergo vel debet esse \pm -, vel debet esse $i \sqcap e$, si[v]e $f \sqcap m$. Seu si signa sunt utrobique -, tunc $i \sqcap e$.

Ergo si $\frac{e \sqcap i}{m \sqcap f}$ signa non sunt utrobique minus. At supra ostendimus si $\frac{e \sqcap i}{m \sqcap f}$ signa utrobique esse eadem, ergo si $e \sqcap i$ signa utrobique sunt +.

Si signum (+) est + et $m \sqcap f$ tunc et \pm est +.

Si \pm - tunc necessario vel (+) - vel $f \sqcap m$. Item si \pm + tunc necessario vel (+) + vel $f \sqcap m$. Non tamen hic dicetur reciproce quod posito $f \sqcap m$. signa sint eadem.

Probabile est signa semper esse eadem, id est quadratorum a celeritatibus aut summas aut differentias esse corporibus reciproce proportionales. Cumque ostenderimus si 10 signa sint + esse $e \sqcap f$. Ergo si e non sit $\sqcap f$ tunc erunt signa utrobique non +, sed -.

Si $f \sqcap m$ vel $i \sqcap e$ fiet aequatio: $\frac{+f^2(-)m^2}{+i^2(\mp)e^2} \sqcap \frac{f-m}{i-e}$. Ergo posito \mp esse - fiet $\frac{f^2(-)m^2}{i+e} \sqcap f-m$. Quod si jam (-) sit +, tunc in aequatione: $\frac{f^2+m^2}{i+e} \sqcap f-m$, ducamus alterum in $i+e$, alterum in $f+m$. Fiet illinc f^2+m^2 , hinc f^2-m^2 , quae non possunt. Ergo aequalia, sed necessario illud est majus quam hoc, nisi sit $m \sqcap 0$ quod numquam est, 15 quia b semper movetur[,] ergo necessario $i+e$ est majus quam $f+m$. Seu $i-m \sqcap f-e$. Seu differentia celeritatum posteriorum major quam differentia priorum. Quod si esset minor, foret (-) necessario -, posito \mp esse -. Ergo si \mp est + et $e-f$ non est \sqcap quam $m-i$, sed minor (:vel aequalis:) tunc (+) necessario est +. Vicissim $\frac{(+m^2 - f^2)}{\pm e^2 - i^2} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$.

1 $\frac{a}{b}$ (1) si (+) est -, tunc necessario vel \mp est etiam minus (2) si L 3 $i \sqcap e$, | sinve ändert Hrsg. |
 (1) $m \sqcap$ (2) f (a) $\sqcap m$ (b) $\sqcap m$. (aa) Ergo (bb) Seu L 3 signa (1) non (2) sunt (a) ead (b) utrobique L
 3f. $i \sqcap e$. | Ergo streicht Hrsg. | Ergo L 5f. sunt +. (1) Signum \mp (2) Si L 7 $f \sqcap m$. (1) Quod si
 constat celeritatem ipsius corporis b quod centrum sequitur non crescere (2) Item L 9 quadratorum
 (1) aut summas (2) a celeritatibus L 11 sint + (1) etiam (2) esse L 15f. nisi [...] movetur
 erg. L 16 $f+m$. (1) Seu $i+e-m \sqcap f$ (2) | Seu streicht Hrsg. | Seu L 17 Seu (1) summa
 priorum celeritatum major quam differentia (2) differentia celeritatum posteriorum L 18 esse -.
 (1) Ponamus porr (2) Ergo L 18f. et (1) et $i+e$ non est \sqcap quam $f+m$ (2) et [...] $m-i$, L

Sit $\neq -$, et (+) sit + fiet: $\frac{-e^2 - i^2}{m + f} \sqcap e - i$. Ergo i est $\sqcap e$. Multiplicetur illud per $f + m$, hoc per $i + e$ fiet illic $-e^2 - i^2$, hic $e^2 - i^2$, illud autem est minus (nisi $e \sqcap 0$). Ergo necessario $m + f$ minor, quam $e + i$, seu $f - e \sqcap i - m$. Unde propositio si $\neq -$ et $f - e \sqcap i - m$ tunc erit [*Text bricht ab.*]

45. MOTUS CENTRI POTENTIAE

[Mai – Mitte Juni 1677]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 152. Ein Blatt 2°, nachträglich in 4° gebrochen; Wasserzeichen in der Blattmitte; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zweidrittel Seiten auf Bl. 152 r°, quer einspaltig beschrieben; Bl. 152 v° überliefert N. 47.

Datierungsgründe: Im Konzept N. 45, wie bereits in N. 44, ist Leibniz um eine Einführung des Begriffs des *centrum potentiae* zweier Körper bemüht. Nach der Definition erörtert Leibniz in N. 45 die Eigenheiten der Bewegung des *centrum potentiae* und bestimmt, von den möglichen Bewegungen der zwei Körper ausgehend, seine Lage vor und nach dem Stoß. Dabei nimmt er auf S. 445.10–11 ausdrücklich auf einen früheren Text Bezug, worin er die Lage des *centrum* vor dem Stoß bereits untersucht haben soll. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um eine Anspielung auf N. 44, ein Konzept, das ebenfalls die Merkmale einer Einführung aufweist, aber tatsächlich nur die Konfiguration der Körper vor dem Stoß behandelt. Somit muss N. 44 (Mai bis Mitte Juni 1677) vor N. 45 abgefasst worden sein. 5

Zur weiteren Einkreisung der Entstehung von N. 45 kann das Konzept N. 46 herangezogen werden. Dieses zählt neben N. 52 und N. 54 zu den Stücken im Zeitraum 1677 bis Januar 1678, die sich auf den Begriff und die Eigenschaften des *centrum potentiae* berufen. Als Terminus *ante quem* für N. 46 kann 15 Mitte Juni 1677 ermittelt werden (siehe die Datierungsgründe). Unter der Annahme, dass die grundlegenden Ausführungen von N. 45 (und N. 44) der Abfassung von N. 46 vorausgingen, kann der genannte Terminus *ante quem* übernommen werden, woraus sich für N. 45 die vorgeschlagene Datierungsspanne ergibt.

[152 r°]



[Fig. 1]

1A vel 1(A) vel 1((A)) situs corporis A primus, 2A vel 2(A) situs secundus, seu ad quem 20
[1B] 2B vel 2(B)
per motum pervenit.
.....

20 vel 2(A) erg. L 21 1A ändert Hrsg. | vel 2B gestr. | ... L 21 vel 2(B) erg. L

[Fig. 1]: In der Figur verwendet Leibniz zumeist Bezeichnungen der Form (1A) und ((1A)), im Text dagegen 1(A) und 1((A)). Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

${}_1C$ est centrum potentiae inter corpora ${}_1A$ et ${}_1B$ et recta ${}_1B{}_1C$ est ad rectam ${}_1A{}_1C$, ut factum ex corpore A ducto in suam celeritatem, seu in viam, nempe rectam ${}_1A{}_2A$, ad factum ex corpore B in suam [celeritatem], seu in rectam ${}_1B{}_2B$. ${}_2C$ est secundus centri potentiae locus, cum corpora venere in ${}_2A$ et ${}_2B$.

5 Centrum potentiae semper inter duo corpora situm est. Ergo si ${}_1A$ est dexterius (sinisterius) quam ${}_1C$ erit etiam dexterius (sinisterius) quam ${}_1B$. Item si ${}_1A$ est dexterius (sinisterius) quam ${}_1B$ erit etiam dexterius (sinisterius) quam ${}_1C$.

Ad calculum peragendum comperi necesse esse, ut investig[et]ur in omnibus casibus situs quem habent inter se 1^{mo} puncta tria: ${}_1B.{}_2B.{}_2C$. 2^{do} puncta tria: ${}_1B.{}_1C.{}_2C$.
 ${}_1A.{}_2A.{}_2C$ ${}_1A.{}_1C.{}_2C$

10 Ponamus ${}_1B$ dexterius quam ${}_1A$, erit et ${}_1B$ dexterius quam ${}_1C$, et ${}_1A$ sinisterius quam ${}_1C$.

Item erit et ${}_2B$ dexterius quam ${}_2A$ et rursus ${}_2B$ ${}_2C$ et ${}_2A$ sinisterius quam ${}_2C$.

Semper intelligi potest centrum potentiae, et aliquod ex corpori-
15 bus[,] tendere in eandem partem. Sit illud corpus B . Si corpora sibi occurrunt aut a se invicem divergunt, tunc centrum potentiae aut quiescit aut movetur. Si quiescit, fingatur moveri sed motu tardissimo et salvus erit calculus; sin movetur, tunc necessario in alterutram partem movetur. Ergo necessario movetur in partem in quam alterutrum corporum movetur, quoniam nullum latus assignari potest, in [quod] non in casu con-
20 cursus aut divergentiae aliquod corporum moveatur. Si vero corpora ambo tendant in eandem partem, id est, neque divergant, neque occurrant, utique manifeste et centrum potentiae, in eandem movetur partem. Huc pertinet, et si aliquod corporum quiescat, nam quietem habeo pro motu tardissimo.

Semper intelligi potest aliquod corporum sequi centrum potentiae excepto divergentiae casu, id est non tantum in eandem ire partem, sed et ipso esse posterius, seu (si motus fingatur a dextro ad sinistrum) dexterius. Ostendo, nam si

2 ut (1) corpus A ductum (2) factum L 2f. ad (1) corpus (2) factum L 3 celeritatem
 $erg.$ Hrsg. 3 rectam (1) ${}_1A$ (2) ${}_1B{}_2B$. (a) (2) est (b) ${}_2(C)$ est secundus (c) ${}_2C$ L 5 situm est
(1), seu (2). Ergo L 5f. ${}_1A$ est (1) sinisterius (2) dexterius | (sinisterius) $erg.$ | quam ${}_1C$ erit
etiam dexterius | (sinisterius) $erg.$ | quam L 6 Item | item $gestr.$ | si L 8 investigentur L
ändert Hrsg. 9 1^{mo} (1) duo (2) puncta L 13f. quam ${}_2C$. (1) Videndum an (a) semper aliquod
sumi possit (b) corpus motum, quod semper (2) Semper L 19 latus (1) assignatur (2) assignari L
19 quem L ändert Hrsg. 20 corpora (1) non ten (2) ambo L 22 partem. (1) Ex hoc porro
(2) Huc L 25 excepto divergentiae casu $erg.$ L

corpora sibi occurrant, tunc id quod in eandem it partem cum centro potentiae semper ipso est posterius. Nam centrum potentiae proprius est corpori opposito, seu sito versus latus in quod itur, ergo prius est, et corpus est posterius. Si corpora in easdem partes inter se et cum centro potentiae tendant, tunc alterutrum eorum erit centro potentiae prius, alterutrum posterius, ergo semper aliquod sequetur centrum potentiae. Unus casus deest, cum divergunt, tunc enim corpus praecedit, potest tamen determinari casus ille aliunde sine calculo, quemadmodum in caeteris quoque omnibus. Id sciri potest sumendo casum divergentiae velut inversum occursus, et posteriorem. Idemque in genere est, intelligendum de motu quo a se invicem discedunt. 5

Alibi jam excussimus situm horum punctorum a statu ante concursum usque ad concursum. Nunc consideremus a concursu ad statum post concursum. Et primum consideremus situm punctorum $3B.3C.2C$, item situm punctorum $3B.2B.2C$. Ubi imaginando $3A.3C.2C$ $3A.2A.2C$

calculi causa divergentiam esse concurs[u]m et elongationem esse appropinquationem, tunc videndum quodnam corpus in eandem eat partem cum centro potentiae, ipsumque sequatur. Manifestum autem illud corpus in cuius partem ivit centrum potentiae ex $2C$ 15 in $3C$, pro illo sumi posse, quod ipsum sequi intellegetur si rediret ex $3C$ in $2C$. Illud tantum videndum an quod ante secutum est corpus nunc non sit illud quod sequatur. Idque manifestum est, nam semper unumquodque corpus a qua est parte, in ea manet. Ponendo $2C$ tendere sinistrorum et $2B$ quoque ipsum sinistrorum sequi, erit $2A$ sini- 20 sterius quam $2C$, imo et $3A$ sinisterius quam $3C$. Ergo fingendo redire $3A$ in $2A$, et $3C$

1 corpora (1) concurrent (2) sibi L 3 posterius. (1) Si corpora divergant tunc (2) Si L
 5 aliquod (1) centrum (2) sequetur L 8 inversum (1) concursus (2) occursus, L 9f. discedunt
 (1) : (2). Alibi L 10 horum (1) signorum (2) punctorum (a) ante concursum (b) a statu L 11 consideremus a (1) statu concursus (2) concursu (a) a statu (b) ad statum L 11f. Et
 (1) quia primum manifestum est (2) primum consideremus L 13 concursuum L ändert Hrsg.
 14 videndum (1) an (2) quod corpus (3) quodnam corpus L 14 centro (1) gravitatis, (2) po-
 tentiae, L 15 sequatur. (1) Primum si duo corpora occurrent, tunc divergent. Nam quia
 (2) Manifestum L 15 centrum (1) gravitatis (2) potentiae L 15f. ex $2C$ in $3C$ erg. L
 18 manifestum est, (1) quia illud corpus in cuius tendit partem seque (2) nam L 18 corpus
 (1) ab (2) a qua L 18–20 manet (1), deinde (a) corp (b) corpus quod sequitur (2) inter $3C$
 (3). Ponendo (a) C (b) $2C$ tendere sinistrorum (aa) erit (bb) et (aaa) B (bbb) $2B$ [...] erit (aaaa) A
 sinisterius quam $3C$, (bbbb) $2A$ sinisterius quam $2C$, L

10f. Alibi [...] concursum: Siehe N. 44, S. 434.1–14.

in εC manifestum est sequi A ipsum C . (Ponendo scilicet motum ipsius A et C semper esse uniformem seu nunquam nunc praeter[veh]ere nunc rursus a tergo relinqu).

Si corpora sibi occurrerunt, quaeritur quis sit situs corporis B . Nam ille nunc quaerendus, seu $3B.3C.2C$ et $3B.2B.2C$. Ac primum si corpora sibi occurrerunt, necesse est unum eorum retrocessisse quia enim C progressum est, hinc A quod ab latere sinistro est, in quod tendit, necessario retrocessit, quaeritur [an] alterum B retrocesserit, an sit progressum quia celeritatum differentiae sunt ut corpora reciproce, ergo potentiarum quoque differentiae sunt aequales, seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. Ergo $\frac{a}{b} \sim \frac{b}{a} \sqcap \frac{m-f}{e-i} \sim \frac{b}{a}$, seu $1 \sqcap \frac{mb-fb}{ea-ia}$, sive $ea-ia \sqcap mb-fb$, seu potentiarum mutationes sunt aequales sive quod idem est potentiarum summae, seu $ea+fb \sqcap ia+mb$. Seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{2B_3B-1B_2B}{1A_2A-2A_3A}$. Jam $\frac{a}{b} \sqcap \frac{1C_1B \sim 1A_2A}{1C_1A \sim 1B_2B}$ seu $\frac{1C_1B \sim 1B_2B}{1C_1A \sim 1A_2A}, \sqcap \frac{2C_2B \sim 1B_2B}{2C_2A \sim 1A_2A}, \sqcap \frac{3C_3B, 3B_2B}{3C_3A, 3A_2A} \sqcap \frac{\textcircled{2}C_2B, \sim 3B_2B}{\textcircled{2}C_2A, \sim 3A_2A}$.

Notandum est ubi post concursum incipit discedendi iterum conatus, mutatis celeritatibus etiam centrum potentiae mutari quod non amplius voco εC , sed $\textcircled{2}C$.

Si $\varepsilon B_3B \sqcap 1B_2B$, etiam $1A_2A \sqcap \varepsilon A_3A$ et contra quia ponimus εA esse ab illa parte, a qua est centrum potentiae εC et fuisse ab eadem in casu occursus, jam ante, seu fuisse sinisterius quam εA . Hinc sive (εA) cadat intra $1A$ et εA , quo casu minuta est celeritas per occursum, sive εA cadat extra, erit recta $1A_3A$, differentia inter $1A_2A$, et εA_3A . Posito ergo εA cadere intra $1A$ et εA , tunc εA_3A erit minor quam $1A_2A$. Ergo et $1B_2B$ erit minor quam εB_3B .

2 nunquam (1) praeterevhore [!] (2) nunc | praeterquere ändert Hrsg. | nunc L 2f. relinqu).
 (1) Illud co (2) Si L 3 corporis (1) A (2) B. L 6 an erg. Hrsg. 6 B erg. L

7 reciproce erg. L 8 sunt (1) ut corpora | reciproce erg. | (2) aequales, L 8 seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$

(1), seu $\frac{a^2b}{ab^2} \sqcap \frac{mb-fb}{ab^2}$ (2). Er (3). Ergo L 9 aequales (1). Ergo (2) sive L 10 $ia+mb$.

(1) Vel quod idem est: (a) $1B_1$ (b) $1B_1A \sqcap$ (c) $1B_1C$ ad (d) $\frac{1B_1C}{1A_1C}$ (2) Seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{2B_3B-1B_2B}{1A_2A-2A_3A}$ (a) $\sqcap \frac{1C_1B}{1C_1A}$

| $\sqcap \frac{2C_2B}{2C_2A} \sqcap \frac{3C_3B}{3C_3A}$ erg. | . $\varepsilon B_3B \sim 1C_1A - 1B_2B \sim 1C_1A \sqcap 1A_2A \sim 1C_1B - 2A_3A \sim 1C_1B \sqcap (b)$.
 $2C_2A \quad 2C_2A \quad 2C_2B \quad 2C_2B$
 $3C_3A \quad 3C_3A \quad 3C_3B \quad 3C_3B$

Jam L 14 contra (1) ergo (2) si (3) | porro streicht Hrsg. | (4) quia L 15 occursus, (1) hinc (2) jam L 17 occursus, sive (1) cadat extra in εA (2) εA cadat extra, erit (a) sem (b) recta L 18 tunc | tunc streicht Hrsg. | $2A_3A$ erit L 19-S. 447.1 quam εB_3B . (1) Ergo si corpora (a) sibi (b) A, B sibi occurunt, (aa) erit locus (aaa) post res (bbb) corporis A , cui contrait centrum (bb) et centrum potentiae contrait corpori A , tunc erit (2) In L

In quam partem it centrum potentiae, in eam partem post occursum ire necesse est corpus ad cuius partem centrum potentiae tendit, v.g. quia centrum potentiae it ordine ${}_1C. {}_2C. {}_3C$, versus ${}_3A$, hinc post occursum necesse est et ${}_2A$ tendere versus ${}_3A$. Quaeritur jam in quam partem tendat corpus B ; si corpus A post occursum tendit celerius quam prius, necesse est ut corpus B moveatur tardius, tantum quaeritur in quam partem. Necesse est corpus cuius motus in contrariam partem augetur minus habere potentiae quam id cuius motus continuatur, vel cuius motus in contrariam quidem sed minor est quam ante. Ergo si ${}_2A {}_3A \sqcap {}_1A {}_2A$, fuit ${}_1C {}_1B \sqcap {}_1C {}_1A$.

seu ${}_1B {}_2B \sqcap {}_2B {}_3B$

Sit casus quo corpus magnum motum ingruit in parvum quiescens. [Text bricht ab.]

2 corpus (1) quod (2) ad L 2 quia centrum potentiae (1) tendit (2) ab or (3) it L 3 et
 (1) ${}_3A$ tende (2) ${}_2A$ L 5 prius, (1) tendat, (2) necesse est L 5f. partem. (1) Erit autem
 necessario eo casu (2) Necesse L 7 motus (1) in contrariam (2) continuatur, L

46. DE CONCURSU CORPORUM INFLEXILIU AC DE VIA CENTRI
POTENTIAE
[Mai – Mitte Juni 1677]

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 150–151. Ein Bogen 4°. Vier Seiten. Papiererhaltungsmaßnahmen.
E (tlw.) FICHANT 1994, S. 391–393.

5 **Datierungegründe:** Für die Datierung von N. 46 sind zwei Thesen, die darin eine wichtige Rolle spielen, besonders relevant. Im ersten Teil des Konzepts behauptet Leibniz, dass beim Stoß zweier unelastischer Körper eine „*permutatio potentiarum*“, ein Austausch ihrer Bewegungsgrößen, stattfinden muss. Der zweite Teil ist unter anderem der Bewegung des *centrum potentiae* gewidmet, die als geradlinig und gleichförmig angenommen wird.

10 Der Begriff des *centrum potentiae* und die These seiner gleichförmigen Bewegung werden hier vorausgesetzt; sie sind Gegenstand von Besprechungen in den Stücken N. 44 und N. 45, die Einführungskarakter besitzen. Dieser Umstand lässt den Schluss zu, dass N. 46 nach den genannten Stücken entstanden sei, deren gemeinsamer Terminus post quem das Konzept „*Specimina artis condendi theorematum*“ von Mai 1677 (N. 43₂) bildet. In einem späteren, auf den Zeitraum Ende Juni 1677 bis Januar 15 1678 datierbaren Konzept (N. 54), wird die These der gleichförmigen Bewegung des *centrum potentiae* durch eine Fallanalyse widerlegt und deshalb aufgegeben. Daraus ergibt sich für N. 46 zunächst die Datierungsspanne Mai 1677 bis Januar 1678.

Die Entstehungszeit des Konzepts kann anhand der Aussagen im ersten Teil näher eingegrenzt werden. Hier beruft sich Leibniz auf die charakteristischen Ergebnisse des obengenannten Konzepts 20 N. 43₂ von Mai 1677, das daher einen sicheren und direkten Terminus post quem für die Entstehung von N. 46 bietet. Zu Beginn des vorliegenden Stücks rekapituliert Leibniz die Prämissen und die Folgerungen von N. 43₂, darunter einen Satz über die Proportionalität der Geschwindigkeiten, den er dort als „*theorema memoria tenendum*“ bezeichnet hatte (S. 427.1–7) sowie die in N. 43₂ ebenfalls zentrale These (S. 425.8–12), dass zwei unelastische Körper beim Stoß ihre *potentiae* oder *vires* (hier als Bewegungsgrößen aufgefasst) austauschen. Leibniz nennt in N. 46 die *permutatio potentiarum* ein „*theorema universalissimum*“ und eine Wahrheit, die aus metaphysischen Prinzipien der Natur fließt (S. 449.17–450.5). Allerdings tritt dieser Fall nach den klassischen Stoßgesetzen nicht generell ein, sondern nur unter bestimmten Bedingungen. Dass die *permutatio* von den meisten empirisch beobachtbaren Stoßvorgängen 25 widerlegt wird, ist Leibniz bewusst; für die davon abweichenden Phänomene macht er die Elastizität der Körper verantwortlich, welche angesichts der eigentlichen Stoßgesetze lediglich einen Störfaktor darstellt (siehe dazu auch N. 39 von März 1677). Während Leibniz in N. 43₂ die *permutatio potentiarum* allgemein und ohne Rücksicht auf die Verfassung der Körper behauptet hatte und in N. 46 ihre Gültigkeit 30 zwar auf harte unelastische Körper einschränkt, aber nicht in Frage stellt, verwirft er die These im Konzept *De vi ictus* vom 11. (21.) Juni 1677 (N. 50). Nach einer Analyse des Falls, in dem einer der Körper ruht, schreibt er: „*ergo haec regula falsa est, ex qua sequeretur semper permutari potentias*“ (S. 478.10–11). Im Stück N. 51, das vermutlich kurze Zeit nach N. 50 entstanden ist, steht Leibniz der *permutatio potentiarum* angesichts ihrer mit der Erfahrung und dem Relativitätsprinzip unvereinbaren 35 Folgen kritisch gegenüber und nennt sie sogar eine „*absurde*“ Proposition (S. 481.5–9). Die dargelegten

Gründen sprechen für eine Aufgabe der in N. 46 vertretenen Position in späteren Texten und somit für eine Entstehung des Konzepts im Zeitraum Mai bis Mitte Juni 1677.

[150 r°] Paradoxum necessarium, quod corpus durum impingens in aliud corpus durum inflexible et quiescens[,] dat ei suum motum et quiescit ejus loco. Nam ex his duobus principiis, quod eadem semper maneat potentia, et quod eadem semper maneat directio seu celeritas centri gravitatis, sequitur, ut alibi ostendi[,] corporis *a* celeritatem *i* post concursum esse ad *f*, corporis *b* celeritatem priorem, ut corpus *b* ad corpus *a*. Et eodem modo corporis *b* celeritatem *m* posteriorem esse ad *e* corporis *a* celeritatem priorem ut corpus *a* ad corpus *b*. Sive erit $i \sqcap \frac{b}{a} f$ et $m \sqcap \frac{a}{b} e$. Posito ergo solum corpus *a* esse agens et in corpus *b* patiens tantum sive quiescens, tunc, *f* erit $\sqcap 0$. Ergo et *i* erit $\sqcap 0$ adeoque 10 corpus *a* post concursum quiescat.

Ex his duabus aequationibus $i \sqcap \frac{b}{a} f$ et $m \sqcap \frac{a}{b} e$ videamus an non sequatur potentias duorum corporum inflexibilium concurrentium semper post concursum esse permutatas.

$$\begin{array}{llll}
 & ae & \text{est potentia corporis} & \left\{ \begin{array}{l} \text{ante} \\ \text{post} \end{array} \right\} \text{concursum} \\
 \text{Nimirum} & \left. \begin{array}{l} ai \\ bf \\ bm \end{array} \right\} & a & \left. \begin{array}{l} \text{post} \\ \text{ante} \end{array} \right\} \dots \\
 & bf & \dots \dots \dots & \left. \begin{array}{l} \text{ante} \\ \text{post} \end{array} \right\} \dots \dots \dots \\
 & bm & b &
 \end{array}$$

Est autem $i \sqcap \frac{bf}{a}$. Ergo $ai \sqcap bf$.

Et $m \sqcap \frac{ae}{b}$. Ergo $bm \sqcap ae$.

15

Habemus ergo theorema universalissimum. Omnis in natura vis est efficax; seu corpus unumquodque alteri cui occurrit totam suam potentiam et directionem tradit. Idque

4 Zwischen den Zeilen, bezogen auf motum: potentiam

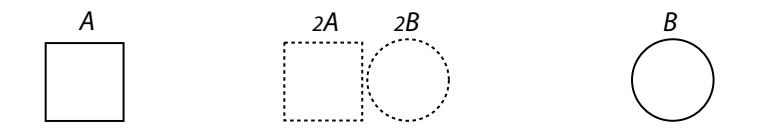
4 Zwischen den Zeilen, im Anschluss an loco: imo error

13f. permutatas. (1) Cum *a* et (2) Nimirum *L*

18 potentiam (1) tradit (2) et directionem *L*

4–7 Nam [...] corpus *a*: Siehe „Specimina artis condendi theoremat“ von Mai 1677 (N. 432), bes. S. 425,8–12.

ex metaphysicis principiis manifestum videbitur, res liquido intuenti. Nihil enim est quod impedit, aliquem conatum obtinere suum effectum. Nimirum corpus in alterum tota sua vi agit, ergo alterum totam ejus vim patitur, vim autem pati est recipere. Sed vis in alio recepta perditur. Ergo corpus unumquodque vim alterius recipit amissa sua. Nullus 5 conatus alteri contrarius, nihil frustra suscipitur a natura. [150 v^o]



[Fig. 1]

Si duo corpora sibi occurant, in momento concursus unumquodque duos habet conatus, unum proprium alterum acceptum. Conatus autem proprii sunt impossibilis, quia tendunt ad penetrationem, restant ergo tantum accepti, ac proinde permuntantur conatus, id est corpus unum alterius potentiam et directionem recipit. Nec dici potest conatus 10 proprios jam esse destructos per aequales contrarios acceptos (posito corpora esse aequivelocia et aequalia) quia duo conatus contrarii aequales consistere possunt, faciunt enim quietem, at vero non possunt consistere conatus, qui simul positi inducerent penetrationem. Duae tamen supersunt difficultates quae impedit quominus hanc ratiocinationem 15 pro demonstratione habeam, una quod duo conatus contrarii proprius et acceptus aequales simul stantes, faciunt ut corpus non exeat loco, altera quod non video quomodo corpus in aliud agat momento concursus, nisi in eo proprium suum conatum habeat. Dicendum ne eo momento quo in aliud agit nondum alterius conatum accepisse, sed accipere nunc primum, eo tempore quo dat suum. Ita est. Sed ubi dedit suum, videtur non amplius habere, quia vires augeri non possunt. Quod principium aliunde assumendum est, alioqui 20 corpus majus quiescens totam celeritatem minoris reciperet.

Phaenomena quae fiunt in corporibus sensibilibus, ideo longe alia sunt, quia corpora sensibilia omnia flexibilia sunt.

Necessarium est, ut partes solae cedant non tota, quando vis unionis superatur alioqui licet partiri vellemus actionem, nihilominus maxima corpora sensibilia a minimis moverentur aut sisterentur.

1f. enim | enim *streicht Hrsg.* | est quod (1) obstet, omnem (2) impedit, aliquem *L*
erg. L 8 accepti, (1) id est unum corpus alterius conatum (2) ac proinde *L*
(1) proprii et accepti (2) contrarii proprius et acceptus | aequales *erg.* | simul stantes, *L*
erg. L

3f. in alio
14f. conatus
22 omnia

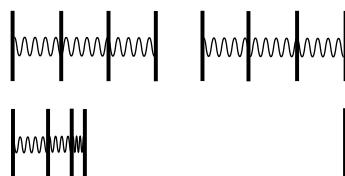
Ponamus corpora concurrentia esse perfecte Elastica, seu ita flexibilia, ut totam vim acceptam restituendo reddant, nihilque ejus in minutis suis partibus perdant.

Tota potentia corporis incidentis transfertur in corpus accipiens, sed quia corpus accipiens est flexible, hinc non totum propellitur, sed ictu accepto eousque flectitur, donec debilior fiat ictus acceptus, quam ut porro amplius flectere possit, residuum ergo impetus accepti impenditur in totius corporis propulsionem. Nimurum corporis portio prior quae 5 ictum recepit, ruit in sequentem, et sese continuo premunt, donec non amplius possint, resistente fortius corporis compage, et tunc resistenti, id est reliquo, id est nunc ob connexionem redditam, toti, ictum tunc imprimunt. Eo porro momento tota corpora quiescent, quo durante fit flexio, cessante flexione incipiunt motum, seu 10 ictu residuo aguntur. Ponamus jam corporis *A* vim primam fuisse *ae*, corporis *B*, vim *bf*. Erit vis in corpore *A* recepta *bf*, et vis in corpore *B* recepta *ae*. Sit vis quae flexioni impenditur d^2 , tam in *A*, quam in *B*, quia ponuntur ejusdem materi[ae], quia ergo reliqua est vis propellens, ideo *A* propelletur vi $bf - d^2$ et *B* vi $ae - d^2$. Vis autem flexionis in utroque est 15 $2d^2$. Restitutione flexorum ad corpora porro propellenda nihil [151 r^o] plane contribuetur, quia vis $2d^2$ in corpora distributa aequaliter, quia aequalia sunt, ea tantum denuo flectet, nempe redditur unicuique flexio d^2 , quae non propellit, quia jam, ex hypothesi semel 20 sine impulsu recepta est. His ita positis dicendum esset, ideo visum fuisse in duris vim permutari exacte quia d^2 est valde parva. Patet etiam quod d^2 sit eadem quantuscunque sit ictus incussus. Imo non ita. Sed tanta foret semper vis propellens, quanta est corporis 25 ad fractionem seu flexum majorum resistentia.

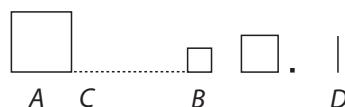
Superest difficultas. Talia quidem procederent, si corpus inflexible in Elasticum impingeret, id enim totam statim daret ei vim suam. Sed cum corpora sunt Elastica, videntur prima concurrentia sibi tantum vim quam habent mutuo communicare, et in sequentes suas comparates ruere quae etiam vim communicant cum ipsa adveniunt et si medio tempore 25 resilirent, tamen rursus in se ipsa mutuo impingerentur atque iterum eodem modo reflecterentur, interea reliquum sequitur, etiamque ad ictum venit, idemque iterum contingit, atque ita porro sibi ita appropinquant, atque in se mutuo invadunt atque ingrediuntur,

2f. perdant. (1) Concursu duplex exercetur vis, una in corpora, tendens ad eorum propulsionem (2) Ictus totus (3) Tota potentia (a) corporibus (b) corporis *L* 4 hinc (1) eo usque (2) non totum *L* 11 jam corporis (1) *a*, vim esse *ae*, quam dedit (2) *A L* 11f. Erit vis (1) corporis (2) in corpore *L* 13 d^2 , (1) reliqua ergo vi (2) tam *L* 13 materia *L ändert Hrsg.* 14 propellens, (1) erit (2) ideo *L* 17 quia (1) subj (2) non (3) ut (4) jam, *L* 18f. vim (1) remanere (2) permutari *L* 20 incussus (1), ideoque (2). Imo *L* 22 difficultas. (1) Non (2) Talia *L*

donec major sit vis unionis in corpore, quam ut cedat residuae vi, id est flectetur donec flecti amplius non possit ab hac quidem vi, sed potius tota utrobique sentiunt ictum. Hoc intelligendum hoc modo[:] partes a potentissimis partium flectuntur, partes autem simul sumendae semper fiunt majores, donec tandem totum simul sit sumendum, partibus amplius flecti nolentibus, quo facto resilientibus partibus rursus eadem vis accepta mutuo redditur, itaque ea vis tantum permuta(tur.) Sed quoniam omnis illa vis flexionum, causat tantum flexiones, quoniam sine totius impulsu causare potest, ideo perditur, et corpora tantum a se invicem ea vi, quae flexionibus superfuit separantur. Sonus nihil aliud est, quam illae vibrationes atque saepe repetitae percussionses, cumque vis soni non sit exigua, et satis late propagetur, mirum non est tantum perdi. Quo duriora sunt corpora hoc minus videtur perdi, magis enim resistunt flexioni.



[Fig. 2]



[Fig. 3]

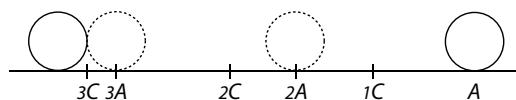
Considerandum et dum anterior corporis pars rejicitur, posteriorem nihilominus progredi, quod tensionem auget.

Utile erit instructos vesicis praefixis inflatisque currus duos concurrere, ut appareat ad oculum progressus actionis. Certum est duo corpora elastica ita concurrentia, ut [Text bricht ab.]

Positis duobus principiis uno de centro gravitatis recta procedente, altero de eadem potentia servata, difficile videtur omnia cum phaenomenis conciliare, quia enim necesse

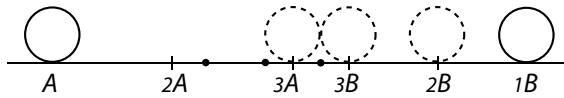
1 cedat (1) residuis corporis (2) residuae vi, $L = 4$ majores, (1) quia (2) donec $L = 5$ resilientibus (1) corporibus (2) partibus $L = 12$ dum (1) unum (2) anterior L

est corpora omnia utcunque mota semper eundem servare centri motum, hinc suppositis licet corporibus concurrentibus elasticis; poterimus elasticam vim repraesentare ponderibus (non in ipso corpore, sed alio) suspensi per subtilissima fila, quae pondera postea rursus decidunt, cum fit restitutio, quo facto patet pondera quippe rursus decidentia nihil circa centri totalis situm variare, non magis quam si immobilia mansissent, adeo-
que in aggregato duorum corporum et partium ex quibus componentur, non obstantibus omnibus hoc observari, ut semper eodem modo procedat centrum gravitatis. Et quamvis vis nonnihil diminuatur, id tamen nihil impedit, quominus corpus magnum semper quiescat, et parvum totam ejus vim accipiat. Quod ab experientia est alienum; nec video quod possit responderi. Videndum an non necesse sit potius, non centrum gravitatis,
sed centrum potentiae semper in eadem recta procedere: Tunc corpus magnum impin-
gens in parvum minime quiescat[,] nam quia uno posito corpore quiescente, altero moto,
centrum poten[151 v°]tiae semper incidit in ipsum centrum gravitatis corporis moti, (ob
infinitam potentiae ejus ad quiescentis potentiam rationem) ideo cum manifestum sit
corpus parvum impulsum debere celerius moveri quam ante magnum (in reciproca cor-
porum ratione), si eadem vis manere et magnum post impulsum quiescere debet, hinc
sequeretur centrum illud potentiae quod cum magno tarde venit, cum parvo in eadem
recta celerius progredi, contra hypothesin. Si duo corpora concurrant reciproca celerita-
te, centrum potentiae erit manebitque in medio, et redibunt ea celeritate qua venere. Si
corpus incurrat in aequale quiescens; tunc quiescat in ejus loco, et ipsum motum eadem
celeritate progredietur; ita enim etiam centrum potentiae in eadem recta progredietur.
Si duo corpora aequalia concurrant in eadem recta, diversis celeritatibus, tunc si unum
alteri suam det vim, patet illas celeritates sumi posse pro corporibus, diversis eodem
modo, sed aequaliter motis.

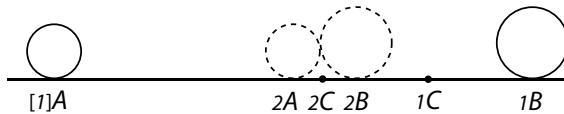


[Fig. 4, gestr.]

11 recta (1) descendere (2) pr (3) procedere L 15 debere (1) celeriter (2) celerius L
17 quod cum (1) parvo venit (2) magno L 20 quiescens; (1) centrum (2) tunc L 22 recta
(1) unum (2) , tunc (3) , diversis L 23f. corporibus, (1) at ideo ea (2) diversis eodem modo, | sed
erg. | aequaliter L



[Fig. 5]



[Fig. 6]

$$ae + bf \sqcap ai + bm. \text{ Seu } ae - ai \sqcap bm - bf. \text{ Seu } \frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}.$$

$$\frac{1B_1C}{1A_1C} \sqcap \frac{ae}{bf} \sqcap \frac{2B_2C}{2A_2C}.$$

$$\frac{2B_2C \sqcap d^2}{2A_2C \sqcap d^2 \frac{bf}{ae}}. \quad 1A_2A \sqcap el. \quad 1B_2B \sqcap fl. \quad 1C_2C \sqcap c^2.$$

$$1B_2C \sqcap \frac{ae}{1B_1C} \mp \frac{c^2}{1C_2C} \sqcap \frac{fl}{1B_2B} + \frac{d^2}{2B_2C}. \quad \text{Ergo } \frac{d^2}{2B_2C} \sqcap ae \mp c^2 - fl \text{ et}$$

$$5 \quad \frac{2A_2C}{d^2 \frac{bf}{ae}} \sqcap bf \mp \frac{c^2bf}{ae} - \frac{bf^2l}{ae}.$$

$$1A_2C \sqcap \frac{bf}{1A_1C} \mp \frac{c^2}{1C_2C} \sqcap \frac{el}{1A_2A} + \frac{d^2bf}{2A_2C}. \quad \text{Ergo } \frac{d^2bf}{ae} \sqcap bf \mp c^2 - el$$

$$\text{idem super } \sqcap bf \mp \frac{c^2bf}{ae} - \frac{bfff}{ae} \text{ erit } \mp c^2 \overline{bf+ae} \sqcap \frac{-ae^2l + bf^2l}{bf+ae}.$$

3 $1C_2C \sqcap c^2$. erg. L

[Fig. 5]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

Ubi notandum elegans theorema obiter, si sit $a \sqcap b$ fore viam centri potentiae $\overline{-e + f} l$ seu differentiam celeritatum. Idque fit, cum reciprocantur celeritates, manet enim eadem differentia⁵ viarum corporum seu celeritatum. Idem est quando $bf \sqcap ae$. Ergo his duobus casibus, id est quando corpora duo sunt aequalia, et quando sunt celeritates reciproce proportionales corporibus, tunc mea Hypothesis Hugeniana consentit. Nunc ut generaliter eadem semper sit celeritas centri potentiae, debet esse $\frac{-ae^2 + bf^2}{bf + ae} \sqcap \frac{(\pm) ai^2 + bm^2}{bm + ai}$. Ponendo scil. i pro celeritate posteriore ipsius a , et m pro celeritate posteriore ipsius b . Et quia super diximus esse $bf + ae \sqcap bm + ai$, ideo ob aequalem fractionem et aequales nominatores erunt et numeratores aequales, sive erit: $-ae^2 + bf^2 \sqcap (\pm) ai^2 \sqcap (\pm) bm^2$. Et transponendo $+ae^2 ([\pm]) ai^2 \sqcap +bf^2 (\pm) bm^2$ seu erit $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f^2 (\pm) m^2}{e^2 - i^2}$ at idem $\sqcap \frac{m - f}{e - i}$. Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m + f}{e + i}$. Ergo quando eadem est via centri gravitatis, eadem est quoque via centri potentiae, tametsi hae duae viae non sint eadem inter se. Imo aliquando maximum est discrimen, scilicet tunc cum fit el quantitas negativa, posito enim $E \sqcap -e$, fiet: $c^2 \sqcap \frac{+aE^2 l + bf^2 l}{bf + ae}$. Et tunc verum erit quod dixit Hugenius universaliter esse verum, quod aequale semper factum ex corporibus in celeritatum quadrata. Ergo modo summa horum modo differentia eadem. Mirum Hugenium dixisse tam uno quam altero casu vera, neutra suis principiis consona, fuit propinquus veritati, sed nescio quomodo seductus. Non debebat autem negare summas ex factis corporum in suas celeritates esse semper aequales. Poterant enim simul stare.

2 Zwischen den Zeilen, über celeritatum: viarum corporum

2 celeritatum. (1) Hinc necesse est, ut (2) Idque L 3 differentiam L ändert Hrsg. 10 \pm
 L ändert Hrsg. 14f. ex (1) partem (2) corporibus L 17f. negare (1) factu (2) ex corpori
(3) summas L

5 Hugeniana: C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO XVI*, S. 179–181). 13–15 Et [...] quadrata: a.a.O., §6, S. 23.
17f. Non [...] aequales: a.a.O., §5, S. 23.

47. CALCULUS SUMMAE ET DIFFERENTIAE QUADRATORUM CELERITATUM
[Mai – Juni (?) 1677]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 152. Ein Blatt 2°, nachträglich in 4° gebrochen; Wasserzeichen in der Blattmitte; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eineinhalb Spalten auf Bl. 152 v°, quer zweispaltig beschrieben; Bl. 152 r° überliefert N. 45.

- 5 **Datierungsgründe:** Leibniz greift in N. 47 eine in N. 44 (Mai bis Mitte Juni 1677) hergeleitete Gleichung über die Quadrate der Geschwindigkeiten zweier Körper, in der anhand von *signa ambigua* mehrere mögliche Stoßfälle berücksichtigt werden, wieder auf. Außerdem nimmt er auf den dort erbrachten Nachweis, dass die Vorzeichen sich vereinfachen lassen und aus allen drei Fällen eine und dieselbe Formel hervorgeht (siehe S. 439.9–440.2), ausdrücklich Bezug. Leibniz kommentiert die Bedeutung der Gleichung nicht weiter; nach heutigem Kenntnisstand wird erst in der *Scheda octava De corporum concursu* von Januar 1678 (N. 58₁₀, S. 637.5) dieser „aequatio infallibilis“ eine Schlüsselrolle zukommen, denn Leibniz wird dort ihre physikalische Interpretation als Erhaltungssatz der Größe mv^2 beim Stoß im Rahmen seiner Umdeutung der *vis* als quadratische Größe hervorheben.
- 10 Das Stück ist auf demselben Folioblatt wie N. 45 (ebenfalls Mai bis Mitte Juni 1677) überliefert. Die materiellen Verhältnisse deuten darauf hin, dass Leibniz zuerst für die Abfassung von N. 45 die Recto-Seite des Folioblatts verwendet und es erst dann in Quart gebrochen, um auf dem Verso zweispaltig, bzw. auf zwei Quartseiten, N. 47 zu verfassen.

- 15 Da Leibniz in N. 47 auf die Ergebnisse von N. 44 Bezug nimmt, muss ersteres Stück nach letzterem entstanden sein; unter der zusätzlichen Annahme einer zeitnahen Abfassung beider Stücke, die durch das enge Überlieferungsverhältnis zu N. 45 bekräftigt wird, ergibt sich für N. 47 die Zeitspanne Mai bis ca. Juni 1677.

[152 v°] $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Si $m+f \sqcap e+i$, fiet: $\frac{+m^2-f^2}{+e^2-i^2} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Quod si jam $(+)\sqcap +$ et \pm etiam $\sqcap +$, tunc habebimus duas tantum aequationes $\frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{a}{b}$ et $m+f \sqcap e+i$, ex quibus fit tertia illa $\frac{m^2-f^2}{e^2-i^2} \sqcap \frac{a}{b}$. Sed si tertia alia esset v. g. ut $\frac{-m^2-f^2}{+e^2-i^2}$, haberetur 20 nimia determinatio seu impossibilitas[,] ergo id fieri non potest. Ergo si $e+i \sqcap m+f$ signa

22 $\frac{+m^2-f^2}{+e^2-i^2} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. (1) | Unde str. Hrsg. | dabuntur tres aequationes (2) Quod L 24 si (1) est (2) tertia L 24 v. g. erg. L

25–S. 457.2 Ergo si [...] ostendimus: Siehe S. 439.9–440.2 von N. 44.

sunt eadem. Item si $m \sqcap f$, seu $e \sqcap i$, signa sunt eadem ut ostendimus. Item si $f + m \sqcap e + i$, ut etiam ostendimus.

Superest ut ostendamus si $h\overline{f+m} \sqcap e+i$. Et $\frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Ergo $\sqcap \frac{hm^2-f^2}{+e^2-i^2}$.

Sit jam $\pm \sqcap +$, fiet $(+m^2-f^2) \sqcap hm^2-hf^2$, fiet 1. Ergo $(+m^2-f^2) \sqcap hm^2-f^2$. Ergo $(+m^2) \sqcap hm^2$. Ergo necessario $(+) \sqcap +$. et $h \sqcap 1$. Ergo necessario si $\pm \sqcap +$, et h est non minor unitate, seu si non est $f+m \sqcap e+i$, tunc h est aequalis unitati. Ergo si \pm est $+$, etiam $(+)$ est $+$ et non potest esse $e+i \sqcap f+m$. 5

Superest unus casus si $\pm \sqcap -$, et $e+i \sqcap f+m$.

Erit $b\overline{f+m} \sqcap e+i$ (posita $h \sqcap 1$) et $\frac{hm^2-f^2}{e^2-i^2} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Si jam sit $\pm \sqcap -$, et $(+) \sqcap +$, fiet: $\frac{hm^2-hf^2}{e^2-i^2} \sqcap \frac{+m^2-f^2}{-e^2-i^2}$. Ergo $e^2-i^2 \sqcap -he^2-hi^2$, quod est absurdum. Ergo semper 10 signa sunt eadem.

Generaliter: $\frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Sit $h\overline{f+m} \sqcap e+i$ (posito h esse vel $\sqcap 1$, vel esse $h \sqcap i$, vel $b \sqcap 1$). Fiet $\frac{hm^2-hf^2}{e^2-i^2} \sqcap \frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. Sit $\pm \sqcap +$, fiet $hm^2-hf^2 \sqcap (+m^2-f^2)$. Ergo si $h \sqcap 1$, erit $hm^2 \sqcap (+m^2)$. Seu $h \sqcap (+)1$. Ergo [Text bricht ab.]

4 $(+m^2-f^2) \sqcap hm^2-hf^2$ (1). Est autem si jam $(+)$ est $-$ tunc negativum (2), fiet 1. L 11f. eadem.

(1) Brevior calculus: | $m-f$ streicht Hrsg. | (2) Generaliter: L 12 $\frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$. (1) Ergo (2) Sit L 12f. esse (1) $b \sqcap$ fractioni a (2) | esse streicht Hrsg. | $h \sqcap i$, L 13 $\frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$ (1) positoque $\pm \sqcap +$ fiet $hm^2-hf^2 \sqcap (+m^2-f^2)$. Ergo sit $h \sqcap 1$, et $\pm \sqcap +$ fiet $hm^2-hf^2 \sqcap (2)$. Sit $\pm \sqcap +$, fiet $hm^2-hf^2 \sqcap (+m^2-f^2)$.

(a) Ergo (aa) $h \sqcap (bb)$ | si $h \sqcap 1$ streicht Hrsg. | erit $h \boxed{m^2} \sqcap (+) \boxed{m^2}$ | seu $h \sqcap 1$. erg. | Ergo erit $hm^2 \sqcap 1$, $h \sqcap 1$, et $(+) \sqcap +$, posito \pm esse $+ +$ et h non esse $\sqcap 1$. Sin $h \sqcap 1$ fiet $hm^2 \sqcap (+m^2)$, seu $h \sqcap 1$, contra hypothesin. (b) . Ergo L

14-S. 458.1 Ergo [/] $\frac{(+m^2-f^2)}{\pm e^2-i^2}$: Die Absätze sind durch eine waagerechte Linie getrennt.

$\frac{(+m^2 - f^2)}{\pm e^2 - i^2} \sqcap \frac{h \overline{m^2 - f^2}}{e^2 - i^2}$ si $(+)\sqcap +$. Fiet $\pm he^2 - hi^2 \sqcap e^2 - i^2$. Ponamus \pm esse – fiet: $-he^2 - hi^2 \sqcap e^2 - i^2$ seu $\overline{+1 + he^2} \sqcap \overline{+1 - hi^2}$. Seu $\frac{1+h}{1-h} \sqcap \frac{i^2}{e^2}$, quod est absurdum, cum $e \sqcap i[.]$ item cum $h \sqcap 1$. Ergo illis casibus signa eadem.

Si $(+)\sqcap -$ et $\pm \sqcap +$ fiet $\frac{-f^2 - m^2}{+hm^2 - hf^2} \sqcap \frac{+e^2 - i^2}{+e^2 - i^2}$ fiet: $-f^2 - m^2 \sqcap hm^2 - hf^2$ seu $\overline{h + 1}m^2 \sqcap \overline{h - 1}f^2$, seu $\frac{1+h}{h-1} \sqcap \frac{f^2}{m^2}$ quod est absurdum cum $h \sqcap 1$, item cum $m \sqcap f$.

Si $\pm \sqcap +$ fiet: $(+)m^2 - f^2 \sqcap hm^2 - hf^2$. Ergo $\overline{h(-)1}m^2 \sqcap \overline{h - 1}f^2$. Seu $\frac{f^2}{m^2} \sqcap \frac{h(-)1}{h-1}$. Ergo vel erit $f \sqcap m$, vel erit $(+)\sqcap -$.

$c^2 \sqcap +bf^2 \neq ae^2 \sqcap (+)bm^2 + ai^2$. Ergo $(+)bm^2 - bf^2 \sqcap \neq ae^2 - ai^2$.

Ergo $\frac{(+m^2 - f^2)}{\pm e^2 - i^2} \sqcap \frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. Ergo $ae - ai \sqcap bm - bf$ et $i \sqcap \frac{ae + bf - bm}{a}$, seu $i \sqcap e + \frac{a}{b} \overline{f - m}$.
10 Ergo $i^2 \sqcap e^2 + \frac{2ae}{b}f - \frac{2ae}{b}m + \frac{a^2}{b^2}f^2 - \frac{2a^2}{b^2}[f]m + \frac{a^2}{b^2}m^2$ at $\frac{(+m^2 b)}{a} - \frac{f^2 b}{a} \sqcap \neq e^2 - i^2$. Ergo $i^2 \sqcap \neq e^2 (-\frac{m^2 b}{a} + f^2 \frac{b}{a})$. Ergo opus esse si $b \sqcap a$ [Text bricht ab.]

8 Am oberen Rand, über der rechten Textspalte: $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$ [a]

[a] | $\frac{m-f}{e-i} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\pm e^2 - i^2}$. Si gestr. | $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$ L

10 Am Rand, gestrichen: $\frac{(-)m^2 a}{b} + \frac{f^2 a}{b}$

3f. eadem. (1) Ponamus (2) Si L 4 et $\pm \sqcap +$ erg. L 5f. $m \sqcap f$. (1) Hinc conclud (2) Conclusiones:

1) Cum $m \sqcap f$ vel $e \sqcap i$ signa sunt eadem. 2) Cum (3) Si L 10 f erg. Hrsg. 10 at (1) idem

$i^2 \sqcap (2) \frac{(+m^2 b)}{a} L$ 11 Ergo (1) $\frac{e^2 a}{b} + 2a$ (2) opus esse (a) $f^2 + a$ (b) si $b \sqcap a$ L

9–11 $i \sqcap e + \frac{a}{b} \overline{f - m}$: Die Gleichung lautet richtig: $i \sqcap e + \frac{b}{a} \overline{f - m}$. Der Fehler beeinträchtigt die weitere Rechnung und führt zu dem Abbruch.

$c^2 \sqcap \frac{(+)\bar{b}n^2l + ao^2l}{ao + bn}$. Est autem $\frac{o}{n} \sqcap \frac{ai}{bm}$ et $ai + bm \sqcap ae + bf$. Ergo $ai \sqcap ae + bf - bm$.
 Ergo $\frac{o}{n} \sqcap \frac{ae + bf - bm}{bm}$, seu $\frac{ae}{bm} + \frac{f}{m} - 1$ et $\frac{ao}{bn} \sqcap \frac{a^2i}{b^2m}$.
 $\frac{o}{n} + 1 \sqcap \frac{ai + bm}{bm} \sqcap \frac{ae + bf}{bm} \sqcap \frac{o+n}{n}$ et $\frac{bm + ai}{ai} \sqcap \frac{ae + bf}{ai}$.
 Ergo $\frac{ao + bn}{bn} \sqcap 1 + \frac{a^2i}{b^2m} \sqcap \frac{b^2m + a^2i}{b^2m}$.

Potius sic faciamus, ut video jam[:] via centri est summa vel differentia potentiarum 5
 applicata ad summam corporum seu $\frac{\pm ae \mp bf}{a+b}$ seu $\frac{(\pm)ai(\mp)bm}{a+b}$. Est autem $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$ seu
 $ae + bf \sqcap ai + bm$. Ergo fiet posterior via centri: $\frac{(\pm)ae(\mp)bf(\pm)bm(\mp)bm}{a+b}$.

1 $c^2 \sqcap \frac{(+)\bar{b}n^2l + ao^2l}{ao + bn}$. (1) Est autem $\frac{o}{n} \sqcap \frac{ai}{bm}$ et $o \sqcap \frac{ai}{bm} n$ ergo $c^2 \sqcap \frac{(+)\bar{b}n^2l + \frac{aa^2i^2n^2}{b^2m^2}}{\frac{aa^2i^2n^2}{bm}}$ (2) Est L 2 et
 $(1) m \sqcap (2) \frac{ao}{an} \sqcap \frac{a^2i}{abm}$ (3) $\frac{ao}{bn} L$ 3 et (1) $\frac{n}{o} + 1 \sqcap (2) \frac{bm + ai}{ai} L$ 4f. $\frac{b^2m + a^2i}{b^2m}$. (1) Ergo
 (2) | Potius sic faciamus, ut erg. | video L 5f. potentiarum (1) ducta in (2) applicata L 7 $ai + bm$.
 (1) Ergo $\frac{a+b}{b} \sqcap \frac{m-f+e-i}{e-i}$ (2) Ergo L

48. DE COMPOSITIONE MOTUUM SIVE DE CORPORIBUS CONCURRENTIBUS
IN NAVI PROGREDIENTE

10. (20.) Juni 1677

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 191–192. Ein Bogen 4°; Ränder beschnitten; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten.
E FICHANT 1994, S. 375–378.

5 **Datierungsgründe:** Sowohl das vorliegende Konzept als auch N. 49 sind eigh. auf den 10. (20.) Juni 1677 datiert. Der Großteil von N. 48 ist der Einführung und Besprechung der Schiffsanalogie als Hilfsmittel zur Stoßanalyse gewidmet. Leibniz bezieht sich in N. 49 ausdrücklich auf diese Analogie (siehe bspw. S. 472.10), die er dort allerdings nicht eigens einführt, sondern lediglich voraussetzt. Dieser Umstand lässt auf die spätere Entstehung von N. 49 gegenüber N. 48 schließen.

10 Die Analogie des fahrenden Schiffs, auf dem zwei Körper zusammenstoßen und das vom Ufer aus betrachtet wird, bietet erstens eine empirische Bestätigung des Relativitätsprinzips, dem beim elastischen Stoß folgende Annahme entspricht: Bei einem beliebigen geraden Stoß zweier gleichförmig bewegter Körper kann die gemeinsame (gleichförmige) Bewegung des Systems, d.h. die des gemeinsamen Schwerpunkts, von denen der einzelnen Körper abgezogen werden, ohne die Wirkungen des Stoßes zu verändern.
15 Zweitens verdeutlicht die Analogie die auf dem Relativitätsprinzip fußende Methode der Stoßanalyse: Nach Abzug der gleichförmigen Bewegung des Schwerpunkts (bzw., in der Analogie, der des Schiffs) erhält man immer einen einfachen Stoßfall, in dem die Geschwindigkeiten der Körper sich reziprok zu den Massen verhalten, und dessen Ausgang der Austausch ihrer Impulse ist. Die resultierende Bewegung kann anschließend wieder mit der des Schwerpunkts (bzw. Schifffs) zusammengesetzt werden, um die 20 Geschwindigkeiten der Körper nach dem Stoß zu erhalten (in der Analogie: Man beobachtet den Stoß auf dem Schiff vom Ufer aus).

Das vorliegende Konzept ist eins der frühesten bekannten Texten, in denen Leibniz die Schiffsanalogie einführt, sie ausführlich anwendet, und sich mit ihrer theoretischen Grundlage (dem Relativitätsprinzip bzw. der Zusammensetzung von Bewegungen) kritisch auseinandersetzt. (Ähnliche Ausführungen bietet das Stück *LSB VI*, 3 N. 6, das wahrscheinlich zwischen 1673 und 1676, vielleicht aber erst in der Hannoveraner Zeit entstand; siehe auch die auf den Zeitraum 1677 bis Winter 1680/81 datierbaren Konzepte *LSB VI*, 4 N. 359 und N. 362.) Der Ansatz ist nicht originell, sondern war Leibniz mit Sicherheit bereits aus den Publikationen von Wallis und Mariotte bekannt, die er in Paris gelesen und exzerpiert hatte (siehe *LSB VIII*, 2 N. 50 und *LSB VIII*, 2 N. 8, bes. S. 82–93). Beide Autoren waren nach dieser Methode verfahren und hatten ihre Annahmen mithilfe der Schiffsanalogie veranschaulicht: siehe J. WALLIS, *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, Prop. VIII und Scholium, S. 669f. (*WO I*, S. 1007f.) und E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Première Partie, Prop. III (Second principe d'expérience), S. 25–29.

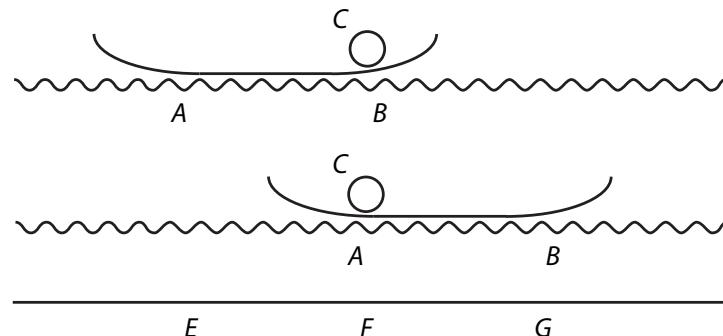
35 Mindestens ebenso wichtig waren das Relativitätsprinzip und die Schiffsanalogie für Huygens' Herleitung der Stoßgesetze gewesen; sie liegen der Abhandlung „De motu corporum ex percussione“ (*HO XVI*, S. 29–91) und dem Aufsatz „De motu corporum ex mutuo impulsu hypothesis“ (*HO VI*, Nr. 1693, S. 336–343) zugrunde, die spätestens um 1669 abgeschlossen (siehe *HO XVI*, S. 10–14), aber zum Zeitpunkt der Abfassung des vorliegenden Konzepts unveröffentlicht waren. „De motu“ erschien

erst 1703 (in den *Opuscula postuma*, hrsg. von B. De Volder und B. Fullenius, Leiden 1703, S. 367–398), während die „Hypothesis“ weiterhin ungedruckt blieb. Zwar hatte Huygens letzteren Aufsatz für die Publikation vorgesehen und am 5. Januar 1669 bei der *Royal Society* in Beantwortung der Frage nach den Stoßgesetzen eingereicht, doch erhielt H. Oldenburg den Text nicht rechtzeitig und konnte ihn nicht neben den Antworten von Wallis und Wren (*PT* III, Januar 1669, S. 864–866 und S. 867f.) drucken (siehe HO XVI, S. 171–178 und HO VI, S. 334f.). Daraufhin publizierte Huygens zwei stark gekürzte Fassungen der „Hypothesis“ („Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS*, Pariser Ausgabe, 18. März 1669, S. 22–24 und „A summary account of the laws of motion“, *PT* IV, April 1669, S. 925–928), in denen er sich auf eine knappe Darstellung der Ergebnisse beschränkte, ohne Hinweise auf ihre Herleitung aus dem Relativitätsprinzip zu geben. Leibniz hat beide Artikel exzerpiert (siehe N. 42₁ von März–Mai 1677 10 bzw. *LSB* VI, 2 N. 381). Er assoziiert bereits um 1677 die äquivalenten Stoßregeln von Wallis, Mariotte und Huygens primär mit letzterem Autor und nennt sie zuweilen schlicht „regulae Hugenianae“ (bspw. auf S. 466.10–13 oder in N. 46 und N. 53). Noch Jahre später spricht er Huygens die Urheberschaft der Stoßgesetze wie auch der Schiffsanalogie zu: Der Brief an Fontenelle vom 6. Januar 1703 enthält eine Bemerkung über die anerkannte Stoßregel, „que dernierement un homme ingenieux chez vous [d.h. 15 Antoine Parent] a expliquée comme M. Hugens par la methode du bateau“ (LBr 68 Bl. 139–140; erscheint in *LSB* II, 4). Zu diesem Zeitpunkt war die posthume Ausgabe von „De motu“ noch nicht erschienen; ein von De Volder für Leibniz bestimmtes Exemplar (*GWL*B, Nm-A 403, mit Leibnizens Marginalien) erreichte ihn erst im Sommer über O. Mencke (siehe den Brief an Johann Bernoulli vom 3. Juli 1703: Basel *Universitätsbibl.* L Ia 19 Bl. 205–206; der Brief erscheint in *LSB* III, 9).
20

Über die Möglichkeit von Leibniz' Kenntnis der Huygens'schen Thesen zur Zeit der Abfassung von N. 48 kann folgendes festgestellt werden. Es gibt keine Belege für eine Leibniz'sche Lektüre der beiden unveröffentlichten Werke bis 1677; der rege persönliche Austausch zwischen Huygens und ihm in Paris ist bekannt; aus dem Zeitraum Juli 1676 bis Mitte September 1679 sind keine Briefe erhalten. Auch unabhängig von der Lektüre der Manuskripte könnte Leibniz auf einem zusätzlichen Wege von 25 Huygens' Thesen erfahren haben: Diese dürften nach seinen Vorträgen über die Stoßlehre von Januar 1668 in der Académie des Sciences (siehe HO XVI, S. 182–186) in Pariser Gelehrtenkreisen bekannt gewesen sein. Tatsächlich unterstellte Huygens Mariotte, sich die wichtigsten Ideen und Ergebnisse, „quae in consensu Eruditorum in Bibliotheca Regia adductis demonstrationibus comprobaveram“, angeeignet und den *Traité* von 1673 ganz auf ihrer Grundlage gebaut zu haben. Noch um 1704 wird Leibniz mit ähnlichen 30 Argumenten seinen Vorwurf eines Huygens-Plagiats gegen A. Parents *Éléments* von 1700 begründen (siehe die editorische Vorbemerkung zu N. 77). Es kann davon ausgegangen werden, dass Leibniz von Huygens' Académie-Vorträgen und von der Verbreitung seiner Thesen wusste; möglicherweise war er auch über die Inhalte informiert. Abschließend kann festgehalten werden, dass eine Kenntnis der Huygens'schen Hypothesen und seiner (Schiffs-)Methode als Quelle von N. 48 nicht angenommen werden muss, sie aber 35 aus den genannten Gründen nicht auszuschließen ist.
20

[191 r°]

10 Junius 1677



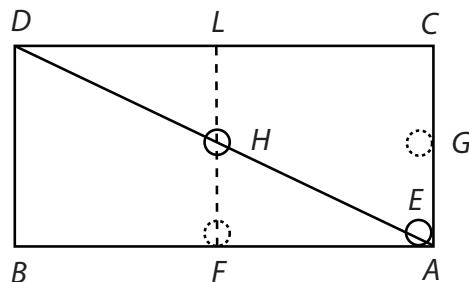
[Fig. 1]

Tutum non est uti motuum compositionibus, quod hoc exemplo ostendam. Sit navicula AB in aqua labens secundo flumine, ita ut si e ripa immota EFG spectetur transferatur AB ex EF in FG . Sit in navicula corpus C , quod eadem celeritate moveatur a prora navis B , ad puppim, directe, qua napis in flumine procedit, patet ergo cum napis ex EF venit in FG , corpus C ex B venisse in A . Jam antea B respondebat puncto immobili F in ripa, nunc A , respondet eidem, ergo corpus C adhuc ipsi F respondebit, ac proinde ex ripa spectanti motu carere videbitur. Quaeritur jam an absolute loquendo motus aliquis corpori C tribuendus sit: et videri potest reapse quiescere, cum eadem celeritate regrediat, qua progreditur. Verum absolutum illud in motu, quod vim, sive potentiam voco, spectanti omnino dicendum est moveri, et quidem duplice contrarioque motu, ac proinde tantum abest ut quiescat, ut contra potius duplicatam habeat potentiam, quod sic ostendo: ponatur ipsi in navi moto occurrere aliquod elaterium in navi fixum, et hoc elaterium ab eo tendi atque ita potentiam ipsius insumi, hoc facto in navi quiescat, et nihilominus motum cum navi exercebit, quasi pars ejus, ac potentiam navis augebit, quoniam ejus pondus sive molem solidam auget. Itaque si napis inter procedendum in aliud corpus quiescens aequalis ponderis ripae connexum impingat, eiique suam vim tribuat, napis cum corpore C in eo quiescat, et potentia ipsius C , quae partem faciebat potentiae napis, erit con-

7 corpus (1) B (2) C L 8 corpus C (1) semper (2) adhuc L 10 sit: (1) videtur enim reapse (2) et L 11 Verum (1) quia (2) absolutum L 14 hoc (1) ab (2) elaterium L 15 et (1) ponamus porro (2) nihilominus L 17f. quiescens erg. L 18 ripae connexum erg. L
18 tribuat, (1) patet (2) napis L

servata atque in ripam translata. Porro si Elaterium tensum liberetur adhuc potentiam suam etiam in corpus in ripa positum, quiescente jam navi, ut supponimus, exercebit, atque ita manifestum est utramque potentiam jam in ripam [191 v^o] immobilem esse translatam; ac proinde absolute loquendo dicendum esse corpus *C* in navi moveri, etsi is motus e ripa spectanti non appareat. Itaque spectanda sunt corpora proxime ambientia sive contingentia, ut de alicujus corporis motu et quiete judicetur. Quemadmodum Aristoteles recte advertit, cum locum vocavit superficiem ambientis. Unum enim corpus unicum proprium habet locum una vice, superficiem ambientis; et per consequens unicum motum proprium, scilicet separationem ab illa superficie.

5



[Fig. 2]

1 in ripam *erg.* *L* 1 liberetur *erg.* *L* 4 *C* *erg.* *L* 5 Itaque (1) motu (a) non
(b) aestimanda (2) spectanda *L* 5f. ambientia (1), ut de navi (2) sive *L* 7 recte (1) dixit
(2) ab (3) advertit *L* 8 proprium *erg.* *L* 8 una vice *erg.* *L*

6f. Quemadmodum [...] ambientis: ARISTOTELES, *Physica* IV, 4, 212a2–6.

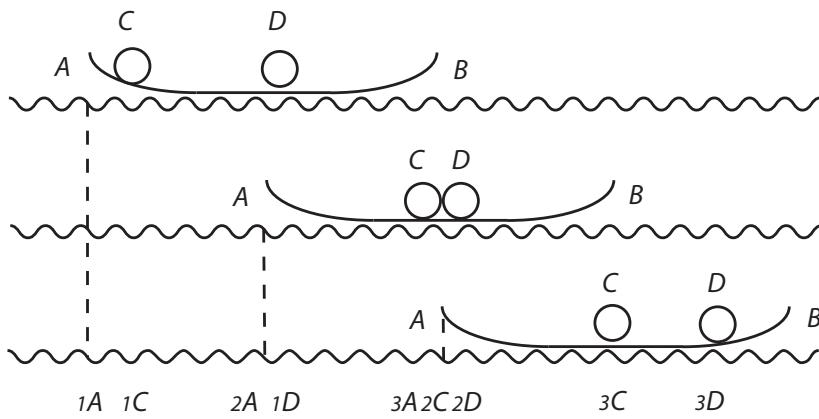
Hanc observationem neglexere Clarissimi Viri, qui per motuum compositiones, phenomena concursuum explicare conati sunt. Nimirum ipsis nihil refert, utrum dicamus corpus *E* ferri celeritate et directione *AD*, an vero dicamus ferri duobus motibus nimirum celeritate et directione *AC*, ac simul celeritate et directione *AB*. Cum tamen plurimum intersit, et posteriore casu multo major sit futura potentia corporis *E*, quam priore. Nam priore casu super tabula immobili *ABDC* fertur corpus *A*, directione ac potentia ut *AD*, posteriore modo intelligetur super immobili tabula *ABDC* procedere regula *CA* per *LF* in *DB*, directione ac celeritate *AB* et secum ferre corpus, atque interim super ipsa regula procedere corpus ex *A* per *G* versus *C*, directione ac celeritate *AC*. Ajo potentiam corporis *E* priori modo sumti, ad eam quae posteriore modo deprehenditur esse ut *AD* ad *BA + AC*, unde facile motum perpetuum exhibere possem, si nihil referret [utrum] posteriore modo an priore uteremur.

Possunt tamen inservire hae motuum compositiones ad explicandas directiones, modo id fiat salva potentiae summa.

Itaque in materia concursuum si duo corpora [192 r^o] inaequali celeritate ferentur in eandem plagam, ita ut quod praecedit sit tardius, quo scilicet quod sequitur possit ipsum assequi, tunc intelligi potest, id quod antecedit quiescere in navi, in qua id quod sequitur, in ipsum incurrit excessu celeritatis, navis autem feretur celeritate tardioris.

1 Hanc (1) regulam non (2) observationem *L* 3 *E* ferri (1) ex (2) celeritate *L* 3 dicamus ferri (1) cele (2) celeritate (3) duobus *L* 5 priore. (1) Ponamus enim (2) Nam *L* 6 *A*, (1) recta ac (2) directione (a) *A* (b) ac potentia *L* 7f. *CA* (1) in (2) per *LF* | in *DB erg.* |, directione *L* 8 et secum ferre corpus *erg. L* 9 *A* (1) in *G* (2) per *G* versus *C*, (a) celeritate et (b) directione *L* 9f. *AC*. (1) Ergo prio (2) Ajo (a) priore modo (b) potentiam corporis (aa) quae priore modo sumta (bb) priore modo sumtam (cc) *E* priore modo sumti, *L* 11 utrum *erg. Hrsg.* 15 corpora (1) eadem [192 r^o] (2) inaequali *L*

1f. Clarissimi [...] sunt: J. WALLIS, *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, S. 660–682 (WO I, S. 1002–1015) und Cap. XIII, S. 686–707 (WO I, S. 1018–1031); E. MARIOTTE, *Traité de la percussion, passim*; siehe auch Leibnizens kommentierte Auszüge von März–Mai 1677 (N. 423). Möglicherweise spielt Leibniz auch auf Huygens an, der in unveröffentlichten Texten wie „De motu corporum ex percussione“ (um 1703 posthum erschienen; auch HO XVI, S. 29–91) und „De motu corporum hypothesis“ (HO VI, Nr. 1693, S. 336–343) die Stoßgesetze anhand zusammengesetzter Bewegungen hergeleitet hatte. Siehe dazu die editorische Vorbemerkung. 2–4 Nimirum [...] *AB*: Siehe z.B. HUYGENS, „De motu corporum hypothesis“, §3, S. 336; WALLIS, *Mechanica*, Pars III, Cap. XI, Prop. VIII und Scholium, S. 669f.; MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Première Partie, Prop. III (Second principe d’experience), S. 25–29. Alle drei Autoren veranschaulichen ihre Methoden mithilfe der Schiffsanalogie.



[Fig. 3]

Sit celeritas tardioris $1D_2D$ [,] detur eadem navi, seu $1A_2A$ aequalis sit $1D_2D$, quiescat corpus D in navi, corpus C vero feretur celeritate $1C_2C$, quae est $1C_1D + 1A_2A$.
vel $+ 1D_2D$

Post concussum perget corpus D celeritate quam quiescens in navi accepit, nempe DB et praeterea celeritate navis $2A_3A$, seu $2D_3D \sqcap 2A_3A + DB$ [,] corpus C vero residua, et praeterea celeritate navis $2A_3A$, modo scilicet non reflectatur. Itaque quandocunque corpus majus sequitur minus[,] semper ex [eo, quod] dato eo quod eveniret minore quiescente definiri potest, quid fiat minore moto sed tardius. Sed si corpus C esset minus, adeoque repercuteretur[,] tunc minime posset adhiberi haec ratiocinatio, quia periret nobis utique motus ille in quantum regreditur contra motum navis, scilicet differentia inter celeritatem navis, et inter celeritatem regressus corporis, duplicata et in corpus ducta erit potentia 10 quae nobis peribit, si eam dabimus corpori C celeritatem, quae spectanti e ripa in hac motuum hypothesi apparebit. Videndum ergo an possimus nihilominus hac ratiocinatio ne uti, tantum potentiam [192 v°] quae sic periret conservando, id est potentiam quae periret addendo navi, id est addendo navi eam celeritatem, quae fit ex divisione potentiae

1 celeritas (1) navis (2) tardioris L 1 seu erg. L 2 feretur (1) celeritatum summa (2) celeritate $1C_2C$ L 3 celeritate (1) in n (2) quam L 3 accepit, (1) et corpus C celeritate quae (2) nempe L 5 $2A_3A$ (1). Itaque (2), modo L 5f. corpus (1) in (2) majus (a) in (b) sequitur L 6 eo, quod erg. Hrsg. 9 differentia inter (1) motum (2) celeritatem L 10 et inter (1) motum (2) celeritatem L 10 corporis, (1) ducta (2) duplicata L 10 ducta (1) nobis (-) peri (2) erit L 11 C erg. L 11 in (1) hoc (2) hac L 14 navi, (1) seu (a) cel (b) addendo corpori utrique (2) id est L

pereuntis per corporum summam. Quo facto tamen fateor non eandem qua ante futuram centri gravitatis celeritatem, sed fieri majorem.

Videtur ictu id saltem effici, ut corpora eadem celeritate a se separantur, qua ad se invicem accedunt.

5 Si vim ictus separatam consideramus a residua vi, videtur itidem perire potentiam, quatenus scilicet corpus aliquod vi ictus repellitur, et reliqua vi progreditur[,] perdit hoc quod utriusque celeritatum contrariarum commune est. Quod si ponamus id facere non posse, ne pereat potentia, dicendum erit totam vim ictus illi corpori addi, quod eam recipere potest.

10 Examinandum an regulae Hugenianae sibi pugnant, variis adhibitis compositionibus, ut si non in navi motu reciproco ferri intelligantur, sed si unum ponatur quiescere, alterum moveri in ipsum. In eo quod evenire debet corpore in quiescens incurrente, consentimus, quia compositions non violant potentiam. Nimirum corpus quiescens movetur duplicata celeritate centri gravitatis, corpus vero incurrens reliquam potentiam servat.
15 Hinc jam quandocunque corpus unum aliud minus insequitur, utemur compositione motuum[;] quandocunque corpora sunt aequalia, etiam non perditur potentia, quia quae uni per regressum aufertur, alteri additur.

20 Videtur illa regula esse manifesta: Omnis potentia aequaliter agens, eundem semper producit effectum. Hinc cum duobus pendulis suspensis atque descendantibus, dico ea celeritate, qua centrum gravitatis pergit ante eorum concursum, eadem et [a]scendere post concursum. Imo jam ideo id falsum in uno solo pendulo, nam in eo centrum gravitatis in tantum elevatur ascensu et eadem celeritate qua descendit. Sed nota[:] non est uniformis, sed accelerata, itaque a pendulis non licet ad alia argumentari. Itaque vel hinc patet eandem quam ante manere potentiam. Idem est in corporibus quae concurrunt eadem recta, uno ascidente altero descendente.

Sane nisi centrum gravitatis eadem celeritate pergit in easdem partes, etiam in concursu horizontali, perit potentia quod sic ostendo. Ponamus corpora ambo quae in plano horizontali concurrunt, a certa altitudine inclinata descendisse simul, patet eorum

9f. potest (1) , atque ita tales (2) . Examinandum *L* 12 ipsum. (1) Scimus quod (2) In eo *L* 15 jam (1) si un (2) quandocunque *L* 20 descendere *L ändert Hrsg.* 21 gravitatis (1) eorum post concursum in tantum (2) in *L* 22 ascensu (1) in quantum (2) et eadem celeritate (a) | in streicht Hrsg. | quantum (b) qua *L* 22f. Sed [...] argumentari. erg. *L* 24 potentiam. (1) Nam (2) Idem *L* 25f. descendente. (1) Item cum (2) Sane *L* 28 simul erg. *L*

10 regulae Hugenianae: HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, JS (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (HO XVI, S. 179–181); siehe auch Leibnizens kommentierte Auszüge von März–Mai 1677 (N. 421).

centrum gravitatis cum in plano inclinato essent celeritate accelerata descendisse, postea aequali procedere. Quod si ergo post concursum non aequali procedit, etiam sub finem, ubi rursus ambo corpora elevanda sunt, non ea qua prius descenderat, celeritate ascendet. Ponendum est ambo simul ad summum quo ire possunt post concursum pervenire necesse est, ut tam alte ascenderint, quam descenderant, nescio ergo an fieri possit ut centra 5 gravitatis semper procedant aequaliter.

1 gravitatis (1) ferri celeritate (2) cum in | plano *gestr.*, *wieder gültig gemacht* Hrsg. | inclinato *erg.* |
essent | latum esse *streicht* Hrsg. | celeritate *L* 2 etiam (1) corporibus (2) sub *L*

49. CERTA DE MOTU

10. (20.) Juni 1677

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 157–158. Ein Bogen 4°; Wasserzeichen im Falz; Ränder beschnitten; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten.

E FICHANT 1994, S. 379–383.

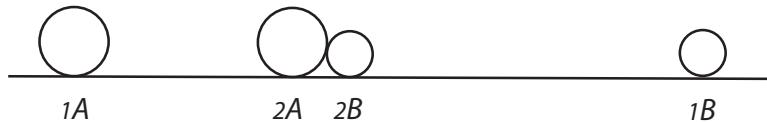
- 5 **Datierungsgründe:** Sowohl das vorliegende Konzept als auch N. 48 sind eigh. auf den 10. (20.) Juni 1677 datiert. Leibnizens Analyse des Stoßes in N. 49 bezieht sich ausdrücklich auf die Schiffsanalogie (siehe bspw. S. 472.10). Diese wird aber in N. 49 nicht eigens eingeführt, sondern vorausgesetzt, wohingegen der Großteil von N. 48 einer ausführlichen Besprechung derselben gewidmet ist. Dieser Umstand lässt auf die spätere Entstehung von N. 49 gegenüber N. 48 schließen.

10 [157 r°]

10 Jun. 1677

Certa de motu.

1. Corpora eandem semper servant potentiam.
 2. Si duo corpora sibi occurrant celeritatibus reciproce proportionalibus recurrent ambo eadem celeritate qua venere.
 3. Si corpus incurrat in quiescens immobile, recurret ea qua venit celeritate.
 4. Si corpus incurrat in corpus quod repellere non possit, recurret sua celeritate.
- Quod ita intelligo:



[Fig. 1]

20 Ponamus corpus *B* incurrere in corpus *A*, sed ipsum non posse repellere, quia alterum est fortius, tunc si repellere non potest, sive si ei non potest communicare aliquem conatum retrorsum, necesse est ut ipsum retrorsum tendat eo conatu, quem alteri commu-

14 corpora (1) concurrent (2) sibi occurrant *L*
19 corpus (1) *A* (2) *B L*

17 quod (1) propellere (2) repellere *L*

nicare debuerat, nam si alterum nonnihil retroageret, conatu scilicet quem ei impingit[,] tunc altero simul progrediente et redeunte, utique progrederetur reapse differentia progressus et regressus, et ita perdita fuisse potentia, neque vero fingi potest hanc potentiam corpori obstanti communicare, ad pergendum uti venit, necesse est ergo corpus debilis quod impegit in fortius tota sua potentia retroire. Superest tantum ut quaeramus an fortius tota sua potentia pergit, an vero ejus nonnihil communicet debiliori ad augendum ejus recursum. Eo momento quo corpora *A* et *B* sibi occurrunt tunc corpus *zA* fortius ipsi *zB* debiliori communicat conatum aliquem, eundi versus *zB*, nimirum talem, ut ips[um] sibi de potentia eodem eundi retineat partem magnitudini suae proportionalem, itaque perget corpus *A* minore quam ante celeritate, recurret corpus *B* majore.

5

10

Unum tantum examinandum est, ponamus corpus *zA*, postquam ipsi *zB*, conatum redeundi dedit, fieri debilis ipso *zB*, vel etiam tunc aequalem habere potentiam cum potentia ipsius *zB*, cum ipsi *zB* suam dedit, sed quia tunc considerandum est, etiam ipsum *zB* potentiam exiguum retinuisse, post conatum quem alteri dedit, ideo res eo redibit, ut hoc consideremus: corpus *A*, accepit a corpore *B* potentiam eundi in eas partes ad 15 quas tendit *B*, quae sit ad potentiam qua venit *B*, ut *A* ad *A + B*, et alterum *B* ab *A*. Duae ergo sunt in *B* potentiae[,] una eundi in unam altera in alteram partem, ex quibus vincet major. Quaeritur jam an major sine contradictione vincat excessu, differentia vero potentiae, ita distribuatur, ut ipsa quia perdi non debet aequaliter detur uni corpori atque alteri, in diversas scilicet partes. An vero major suum exequitur sine diminutione, 20 minore quae nihil efficere potest, alteri reddita quod dedit. Si ponimus excessu tantum agere, [157 v^o] et differentiam redhiberi, tunc in eo quod differentiam recipit idem contingit, et dabitur nova redhibitio, habebiturque progressio in infinitum redhibitionum notabilis, quae videndum an eo redeat, ac si initio totam minorem incurrenti debiliori reddidissemus:

25

3 potentia, (1) itaque cum (2) neque *L* 4 pergendum (1) in contrariam, necesse est (2) uti *L*
 5 retroire (1), fortius autem (2). Superest *L* 5f. an fortius (1) sua (2) tota *L* 7 recursum.
 (1) Et quidem eo momento quo agit in fortius, utique (a) ei dat conatum redeundi (b) conatus est in
 tota massa composita ex fortiore et potentiore, isque (2) Eo momento quo (a) corpus (b) corpora *L*
 7 occurrunt (1) tunc massa tota *A + B* (2) tunc *L* 8 ut *gestr. L*, wieder gültig gemacht Hrsg.
 8 ipsa *L ändert Hrsg.* 9f. itaque (1) illuc ibit (2) perget *L* 10 *A* (1) celeritate minore qua
 (2) minore *L* 15 *B* (1) potentiam eundi (2) impetum (impetus est ad conatum, ut conatum (3) po-
 tentiam *L* 16 alterum | vicissim *gestr. | B L* 16f. *A*. (1) Si jam (2) Duae *L* 19 potentiae
 erg. *L* 19 ipsa (1) pro rata (a) inter (b) detur (2) quia *L* 24 minorem (1) alteri (2) ei
 (3) incurrenti *L*

Opus est calculo: potentia ipsius a est v , potentia ipsius b est $+p$. Ob ictum a accipit contrariam novam n , quae est ad p , ut a ad $a+b$. Ergo $n \sqcap \frac{a}{a+b} p$. Habet ergo potentiam retrocedendi: $\frac{a}{a+b} p$. Similiter idem corpus A alteri etiam dat aliquid de sua potentia, quae erit $\frac{b}{a+b} v$. Ergo retinebit $\frac{a}{a+b} v$. Ergo A habebit potentiam continuandi $\frac{a}{a+b} v$,

5 et redeundi $\frac{a}{a+b} p$, ac B habebit potentiam continuandi $\frac{b}{a+b} p$ et redeundi $\frac{b}{a+b} v$.

Unde cum potentiae continuandi videantur tantum servire ad comprimenda corpora, erit potentia compressiva seu ictus $\frac{ap+bv}{a+b}$, quae distribuatur corporibus in reciproca eorum ratione. Scilicet partes sunt $\frac{ap+bv}{a+b} - \frac{lap+lbv}{a+b}$ ad $\frac{lap+lbv}{a+b}$ ut b ad a .

$\frac{\odot - l \odot}{l \odot} \sqcap \frac{b}{a}$ seu $a \odot - al \odot \sqcap bl \odot$ seu $l \sqcap \frac{a}{a+b}$ et $1-l \sqcap \frac{lb}{a} \sqcap \frac{ab}{a^2+ab} \sqcap \frac{b}{a+b}$, ergo corpus

10 B accipiet conatum redeundi $\frac{\odot b}{a+b}$ seu $\frac{ap+bv}{a+b} \sim \frac{b}{a+b}$, et jam antea habebat: $\frac{b}{a+b} v$ et corpus A habebit conatum redeundi $\frac{ap+bv}{a+b} \sim \frac{a}{a+b}, + \frac{a}{a+b} p$. Sed hinc illud oritur absurdum, quod ita corpora sibi occurrentia semper repercutientur ambo.

Ante omnia illud videtur esse certum, ictum dependere a celeritate appropinquationis, neque referre quicquam, quanta sit celeritas propria. Deinde vis ictus non est eadem cum tota vi utriusque corporis.

15 ae, bf , vis ictus v .

ao , bn , vis ictus γ et $o+n \sqcap e+f$. Erit $v \sqcap \gamma$. Erit $o \sqcap e+f-n$. Sit $ao \sqcap bn$ seu $o \sqcap \frac{bn}{a}$. Fiet:

1 potentia (1) unius | est streicht Hrsg. | a , alterius (2) ipsius a est v L 1f. $+p$. (1) Erit in a , potentia ob ictum (a) (\neg) (b) | directa erg. | $+v$ et (aa) $-p$ (bb) contraria p in b vero (aaa) pote (bbb) contigit idem. Ponamus jam (2) Ob ictum | a gestr., wieder gültig gemacht Hrsg. | (a) retinet potentiam v , | sed streicht Hrsg. | accipit novam quae est ad p , u (b) accipit contrariam L 10 $\frac{\odot b}{a+b}$ (1) et corpus (2) seu L

13 ictum (1) esse (2) dependere a (a) tantum quanta est celeritas (b) celeritate L 15f. corporis. (1) Ergo vis ictus erit (a) quanq (b) in quantum | sibi streicht Hrsg. | corpora obstant, seu in quantum non possunt intelligi habere motum communem. Quandocunque (2) ae, L 17 vis ictus γ erg. L

6–12 Unde [...] ambo: Der Absatz ist in der Handschrift umrandet.

$e + f - n \sqcap \frac{bn}{a}$ seu $\overline{e + f} \frac{a}{a+b} \sqcap n$ et $o \sqcap e + f \sim \frac{b}{a+b}$. Ergo $ao + bn \sqcap \frac{2ab}{a+b} \sim e + f \sqcap 8$. Nam

si corpora reciproce concurrant, vis ictus et tota potentia eadem. Ergo jam $v \sqcap 8$. Ergo

$v \sqcap \frac{2ab}{a+b} \sim e + f$, auferatur ab $ae + bf$, et potentia qua corpora simul irent perducto ictu,

p , erit $ae + bf - \frac{2abe + 2abf}{a+b} \sqcap \frac{a^2e(+abf) + b^2f(+acb) - [2]abe - [2]abf}{a+b} \sqcap \frac{b-a}{a+b} \sim bf - ae$.

[158 r°] Ergo potentia qua corpora post ictum pergent simul erit $\frac{a-b}{a+b} \sim ae + bf$,⁵ posito potentiam ictus perdi. Videtur potentia ictus utrique aequaliter detrahenda esse.

Videndum an dimidia potentia ictus alterutrius corporis potentia major sit.

$bf \sqcap ae$. Ergo $\frac{ab}{a+b} \sim e + f \sqcap ae$ seu $\cancel{abe} + \cancel{abf} \sqcap \cancel{a^2e} + \cancel{abe}$ seu $\boxed{be} + bf \sqcap ae \boxed{+be}$.

Ergo semper tota debilioris corporis potentia in ictum absorbetur, ac proinde si post 10 ictum simul maneant, vel si sint ex materia molli[,] in eam partem tendent ambo, post ictum, in qu[a]m tendebat fortius, potentia quae ablata potentia ictus residua est[:] $\frac{ab}{a+b} \sim$

$e + f, -ae \sqcap \frac{\boxed{bae} + abf - a^2e \boxed{-abe}}{a+b}$ seu $\frac{b}{a+b} \sim bf - ae$.

$bf, -\frac{ab}{a+b} \sim e + f \sqcap \frac{\boxed{abf} + b^2f - abe \boxed{-abf}}{a+b} \sqcap \frac{b}{a+b} \overline{bf - ae}$.

Ergo differentiae inter dimidię potentiam ictus et totam corporis sunt inter se in ratione corporum. Quoniam autem tota minoris potentia absorbetur, et in majori bf restat $\frac{b}{a+b} \overline{bf - ae}$.¹⁵

Sed jam video in calculo oriri difficultatem. Nimirum cum residua potentia in corporibus post potentiam ictus subtractam sit $\frac{b-a}{a+b} \sim bf - ae$. Hinc patet si sit $bf \sqcap ae$, debere et esse $b \sqcap a$. Alioqui haec residua potentia erit quantitas negativa, seu vis ictus erit major

3 $ae + bf$, | erit streicht Hrsg. | et L 5 simul erg. L 6 perdi. (1) Cum autem potentia ictus aequaliter utrique detrahenda sit, hinc (2) Ponamus (3) Videtur L 7 dimidia erg. L 9f. si post [...] molli erg. L 11 quem L ändert Hrsg. 11 tendebat (1) debilius (2) fortius L 14 Ergo (1) potentia (2) differentia (3) differentiae L 14 dimidię erg. L 14 ictus (1) est corporis (2) et L 17 cum (1) residuum (2) residua L 19 Alioqui (1) erit (2) haec L

quam potentia corporum, quod est absurdum, unde patet cum corpus potentius est minus tunc regulam de eadem ictus potentia eadem existente celeritate appropinquationis in corporibus concurrentibus esse falsam.

Quod si sic ratiocinemur, potentiae debilioris aequalem potentiam opponendam esse
5 a fortiori detractam, sed et hoc absurdum est, quia nulla erit vis ictus, si corpus motum incurrat in quiescens quantumcumque.

An dicemus vim ictus semper tantam esse, ut utrumque corpus dimidiam itineris partem conficere intelligatur. Sed nec hoc fingi potest, nam si unum corpus sit valde magnum, si hoc poneremus dimidiam itineris partem conficere, mirifice augeretur potentia.
10 Quod si ergo vim ictus faciamus quallem requirit navis, tunc semper utique major erit potentia tota quam vis ictus. Nam [158 v^o] si sit:

$1A$	$2A \ 2C \ 2B$	$1C$	$1B$
------	----------------	------	------

[Fig. 2]

potentia ictus: $2abl$, et $l \sqcap \frac{e+f}{a+b}$. Ergo potentia ictus $\frac{2ab}{a+b} \sim e+f$, eadem scilicet quae ante. Nimirum $\frac{1A_1C \sqcap bl}{1B_1C \sqcap al}$. Celeritas corporis A debet fingi bl , et potentia ejus erit abl . Celeritas corporis B debet esse al , et potentia erit etiam abl . Ergo potentia ictus erit $\frac{2ab}{a+b} \sim \overline{e+f}$. Videndum an haec potentia ictus aliquando sit major quam

12 Neben potentia ictus, gestrichen: $\frac{\dagger ae+\dagger bf}{a+b} \sqcap 1C_2C$

1 quam potentia (1) corporis (2) corporum, L 1f. potentius (1) minus est (2) est minus L 2 de (1) ictus (2) eadem L 5 quia (1) tunc nullus (2) nulla L 6f. quantumcumque. (1) Redeamus ad navim nostram, et ita tantum instituamus calculum ut potentia sit salva. (2) An L 11 tota erg. L 11 vis erg. L 13 bl , (1) nempe (2) et L 14 erit abl (1), celeritas corporis (2). Celeritas corporis L

10 Quod [...] navis: Siehe die ausführliche Behandlung des Stoßes anhand der Schiffsanalogie im ebenfalls auf den 10. (20.) Juni 1677 datierten Konzept N. 48.

$$\text{potentia corporum tota } ae + bf - \frac{2ab}{a+b} \overline{e+f}. \text{ Ergo } \frac{a^2e + abf + bae + b^2f - 2abe - 2abf}{a+b}$$

$$\square \frac{+a^2e - abe + b^2f - abf}{a+b} \sqcap \frac{a-b \sim ae, , +b-a \sim bf}{a+b}.$$

Seu $\frac{a-b}{a+b} \sim \overline{ae-bf}$ ut ante. Unde patet calculum utrumque[,] de supposita eadem potentia ictus, quando eadem corpora eadem celeritate sibi accedunt, et de navi, coincidere.

Illud hic obiter noto[:] quantitatem $\frac{a-b}{a+b} \sim \overline{ae-bf}$ videri diversimodo se habere ad $a \cdot e$ 5 quam ad $b \cdot f$. Quod tamen non est, ut appareat si absolvatur multiplicatio, nam patet

$$\text{esse } \frac{a^2e - abe}{a+b}$$

$$\frac{b^2f - abf}{a+b}.$$

Potentia ictus illa est qua corpora duo Elastica concurrentia flectentur. Impossibile est autem plus esse potentiae in ictu, quam in ambobus corporibus simul ante ictum. Ictus enim utique effectus est potentiae corporum. Videtur corpus corpori obstanti 10 ictum infligere, in quantum ei obstat. Si corpus in aliquod corpus incurrat, idque sit quiescens, obstaculum in eo consistit, quod pergere non potest eadem qua ante celeritate, sed ejus celeritas, diminuitur. Ergo tantus est ictus quanta est potentiae mutatio.

Atque hoc quidem dignum est, ut peculiari scheda tractetur *De vi ictus*.

5 Am Rand: NB

3 Unde (1) fiet (2) patet L 5f. habere ad (1) a quam ad b et ad e quam ad f . (2) $a \cdot e$ [...] $b \cdot f$. Quod L 13 diminuitur. (1) Ergo corpus impingens potentiam tantam amittit, quantum alteri quiescenti tribuit (2) Ergo L 14 Atque [...] ictus. erg. L

14 peculiari [...] ictus: Siehe N. 50.

50. DE VI ICTUS

11. (21.) Juni 1677

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 159–160. Ein Bogen 4°; Wasserzeichen im Falz; Ränder beschnitten; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten.

E (tlw.) FICHANT 1994, S. 384–387.

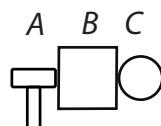
5 [159 r°]

11 Jun. 1677

De vi ictus.

Danda opera est, ut tandem aliquando vim ictus explicemus, vis ictus intelligi potest ex dolore sentientis, ex corporis icti ruptura, itemque ex repercussu, si icta sint Elastica.
 10 Ante omnia autem patet vim ictum non posse esse majorem quam potentiam seu vim amborum corporum concurrentium. Patet etiam potentiam debere manere eandem in summa.

Si corpus incurrat in murum immobilem, vis ictus tanta est, quanta est vis corporis incurrentis.
 15 Eadem erit vis ictus sive ego incurram in murum, sive murus incurrat in me, et in momento concursus fingatur factus immobilis me semper mobili manente. Sed tunc fingendum est causam immobilitatis muri reliquam vim accipere.



[Fig. 1]

Si malleo *A* percutiam corpus immobile *C* egoque vi brachiorum impediā mallei repercussionem, tunc corpus *C* vi ictus tanta propelletur, quanta est mallei. Longe major

10 patet (1) ictum non posse (2) vim *L* 12f. summa. (1) Si corpus incurrat in aliud corpus quiescens, tunc ictu ipso infligit ei (2) Si *L* 13 incurrat in (1) aliud immobile, (2) murum (3) murum immobilem, *L* 16–18 manente. | Sed [...] accipere. erg. | (1) Unde (2) Si *L* 18 egoque (1) malleum (2) vi *L*

est vis ictus si murus incurrat in me immobilem eadem celeritate qua ego incurrerem in murum immobilem.

Quaeritur an idem sit ictus, duorum corporum mobilium quiescentium, licet in utrovis ponatur motus.

Ostendi in alia scheda 11 Jun. 1677 etsi corpora ex eadem distantia concurrerint, 5 non tamen ideo eundem semper ictum posse inferre.

Si corpus incurrat in aliud quiescens se minus, utique continuabit motum, si jam corpus quiescens una cum ipso procederet minueretur celeritas in ea ratione, in qua massa corporum praecedentium aucta esset. Ergo et corpus incurrens de sua potentia non nihil amisit, in quantum scilicet alteri communicavit. Nempe [159 v^o] ponamus corporis 10 incurrentis B celeritatem esse f . Erit potentia ejus fb , quae divisa per $a + b$ dabit celeritatem summae corporum. Si nullo ictu existente, neque perdita motus parte progredi intelligantur, ergo celeritas corporum progredientium esset $\frac{b}{a+b} f$, et potentia quam corpus quiescens accepisset foret $\frac{ab}{a+b} f$, et tantundem quoque perdidisset corpus incurrens. Ergo vis ictus foret $\frac{ab}{a+b} f$. 15

Hac vi ictus corpora se subingrediuntur. Cum enim corpus B corpori A hanc potentiam inferre conetur, flectitur utrumque potius quam eam recipiat, quia scilicet flecti potest, (modo ictus tam sit fortis ut vincat connexionem corporis,) et tamdiu flectetur donec vis connexionis (quae semper augetur compressione) major fiat residua vi flexionis. Quo facto corpora compressa se repellent, et ita corpus excipiens propelletur dimidia 20

1 ego (1) incurro (2) incurreram (3) incurrerem L 2f. immobilem. (1) Si (a) ego incurram in (aa) corp (bb) corpus mobile, aut si co (b) | mo streicht Hrsg. | (2) Quaeritur L 3 licet erg. L
 5 Ostendi (1) supra (2) in alia scheda 11 Jun. 1677 L 11 incurrentis (1) b B potentiam | esse streicht Hrsg. | (2) B celeritatem esse f . L 12 corporum. (1) Si amba (2) Si nullo L 13 ergo
 (1) potentia corporum (2) celeritas L 13 $\frac{b}{a+b} f$, (1) et celeritas (2) et potentia (a) corporis
 (b) quam L 14 quiescens (1) accepit (2) accepisset L 14 $\frac{ab}{a+b} f$, (1) quae si (2) et L
 15f. $\frac{ab}{a+b} f$. (1) Ea vis corporibus A , et B in | reciproca streicht Hrsg. | magnitudinem ratione (a) di-
 stribuitur (b) distribuatur, (aa) sed in (bb) in quantum datur | corpori A , streicht Hrsg. | (2) Hac L
 16 subingrediuntur (1), interea (2). Cum L 17 flectitur (1) id antequam eam recipiat
 (2) utrumque L 19 donec | residua gestr. | vis L 19 (quae semper augetur compressione)
 erg. L 20 et (1) vis qu (2) corpus (3) | vis streicht Hrsg. | distribue (4) ita L

5f. Ostendi [...] inferre: Siehe die Passage auf S. 472.1–3 von N. 49, das Leibniz allerdings auf den 10. (20.) Juni 1677 datiert hat.

potentia ictus, corpus incurrens repelletur altera dimidia, cumque idem progrediatur sua potentia residua. Hinc sive vincat, sive vincatur, tunc progredietur aut regredietur excessu harum pugnantium potentiarum, consumta autem sive destructa potentia in alterum corpus transferetur.

- 5 (Hanc translationem destructae potentiae in oppositum ita explico, si ego pilam excipiam quietus reflectetur sua potentia, si praeterea repercutiam, et manum in loco ictus sistam, excipiet omnem potentiam quam non sentit manus.)

Dicere enim vim destructam ipsi corpori dari, in quo destructa est[,] parum consentaneum videtur, si potentia alioqui destruenda tota in corpore altero recipitur, corpore uno existente irrepercutibili multo magis si non quiescat tantum sed et plus quam quiescat, seu in contrariam partem eat.

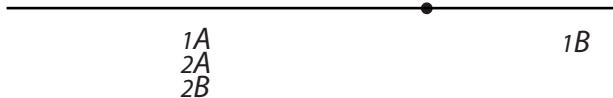
[160 r°] Certum est et experimentis confirmatum, corpus incurrens in aequale quiescens in ejus locum succedere, et alterum impellere.

Ita observantur omnes regulae, scilicet tum potentiae tum compositionis.

15 Jam occurrant sibi duo corpora aequalia, tunc potentiae [debilioris] opponatur aequalis potentia [fortioris]. Sit *ae*, *Af*, et *f* \sqcap *e* + *g*, erit: residua ipsius corporis *b* (sive *A*) potentia *Ag*. Quod [si] id incurrisset hac celeritate in corpus aequale quiescens *a*, quievisset in ejus loco, eique dedisset celeritatem *g*[;] in quantum autem ambo feruntur potentia *e*, eatenus ambo eadem potentia reflectentur, ergo patet corpus *a* accipere *e* + *g*, et corpus *b* seu *A* accipere solum *e*, id est alternari celeritates.

1 corpus (1) excipiens (2) incurrens *L* 1 cumque (1) ita (2) idem (a) etiam accesserit (b) progrediatur *L* 2 tunc (1) vis (2) progredietur *L* 9 potentia (1) destructa tota transfertur in corpus (2) alioqui *L* 13f. impellere (1) Jam (2) Ita *L* 15 aequalia, (1) ponamus id quod minus | est *streicht Hrsg.* | (2) tunc *L* 15 minoris *L ändert Hrsg.* 16 potentia | majoris *ändert Hrsg.* | (1) | Sit *streicht Hrsg.* | (a) ae. bf. (b) af et bf \sqcap (2) Sit *L* 16 ipsius (1) *a* (2) *A* pot (3) corporis (a) *a* (b) *b* *L* 17 si *erg. Hrsg.* 19 patet (1) alter (2) corpus *L* 20-S. 477.1 celeritates. (1) Videamus quid contingat, si ad ictum corporum explicandum fingamus ea concurrere aequali celeritate. (2) Si *L*

15f. Jam [...] [fortioris]: Da in diesem Absatz die Körper *a* und *b* (bzw. *A*) durchgehend als gleich, aber mit ungleichen Geschwindigkeiten bewegt, angenommen werden, ist die überlieferte Lesart „potentiae minoris opponatur aequalis potentia majoris“ entweder mit der Prämisse nicht vereinbar oder in sich widersprüchlich. Der Text wird entsprechend der Annahme geändert, dass Leibniz sich elliptisch ausgedrückt hat und mit *potentia minoris* und *majoris* eigentlich die Bewegungsgröße des langsameren bzw. schnelleren Körpers, die bei gleicher Masse eine jeweils kleinere bzw. größere *potentia* besitzen, meint. In der Parallelstelle auf S. 477.4 hat Leibniz den Ausdruck „majoris“ mit dem Wort „fortioris“ kommentiert.



[Fig. 2]

Si corpus unum incurrat in aliud quiescens, certum est ictum aliquem infligi. Si corpora duo occurrant potentibus aequalibus, erit vis ictus eadem cum potentia utraque. Si corpora duo occurrant potentibus inaequalibus, tunc vis ictus erit duplex[,] una quae est partis in majori, quae minori occurrenti aequalis est, altera quae fit a residua majoris parte in minus consideratum ut quiescens. Omnis potentia quae in uno corpore destrueretur, 5 transfertur in aliud corpus, alioqui periret, scilicet per repercussionem.

Explicandum est ante omnia quid fiat corpore in quiescens incurrente, et quae tunc sit vis ictus. Vis ictus semper aequaliter inter duo corpora distribuitur, ita tamen ut aliquo corpore non recipiente destructa pars potentiae in alterum transferatur.

Videtur illud pro certo sumi posse, si eadem potentia sit quae agat ex eadem distantia, eandem esse vim ictus. Videtur enim ictus et per distantiam corporum, et per agentium potentiam determinari. Unde videndum an sequatur ictus vim esse in ratione composita ex ratione distantiarum et potentiarum sibi oppositarum, [160 v°] item an ista possint conciliari cum illis quae prius constituimus de compositione ex opposita actione et quiete. 15

Videtur et certum esse, quod in corpus idem quiescens idem ictus infligatur a parvo celeriter moto, qui infligitur a magno tanto tardius moto.

Hinc posito quid corpus aequale efficiat incurrens in aliud sibi aequale quiescens, videtur demonstrari posse quid efficiat corpus majus sed tardius motum. Unde ex hac

4 Zwischen den Zeilen, oberhalb majoris: fortioris

1 infligi (1) , et ictum illum eundem esse, qui f (2) . | Addo streicht Hrsg. | ictum illum eundem esse qui foret (3) . Si L 2 duo (1) concurrent (2) occurrant L 2 erit (1) ictus idem (2) vis ictus eadem cum (a) potentis (b) potentia L 4 fit (1) a majori (2) a residua (a) minoris (b) majoris L 5 quiescens. (1) De (2) Si (3) Omnis L 5 potentia (1) destruta (2) in uno (3) quae L 10 potentia (1) sibi occurrat ex ead (2) sit L 12 sequatur (1) distantia (2) ictus L 16 infligatur a (1) magno (2) parvo L

[Fig. 2]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben. 14f. cum [...] quiete: Siehe die Passage auf S. 475.3–6.

unica regula videtur demonstrari posse, quicquid fieri debet de corpore quiescente. Verum ea regula ideo suspecta est, quod supra cum ea vellemus uti collegimus semper potentiam transferri de corpore in corpus, si scilicet ea velimus uti generaliter. Hoc loco tamen videndum.

5 Sit $\frac{b.f.}{bm} \mid \frac{a.e.}{ai}$ sit $a \sqcap b$ et $e \sqcap 0$. Erit $m \sqcap 0$ et $i \sqcap f$ et $ai \sqcap bf$.

Jam sit $\frac{d.h \mid a.e.}{d.n \mid a.v}$ manentibus $a.e.$ ut ante.

Posito jam $dh \sqcap bf$, ut eadem sit quae ante potentia incidentis, debet etiam eadem esse potentia accepta ab excipiente, seu fiet: $av \sqcap ai$, ergo $v \sqcap i$. $h \sqcap \frac{bf}{d} \sqcap \frac{ai}{d}$.

Quaeritur n . Scilicet $dn + av \sqcap dh + ae$ ex natura potentiae seu $dn + bf \sqcap dh$ quia $ae \sqcap 0$.

10 Est autem $dh \sqcap bf$ ergo fit $dn + bf \sqcap bf$ seu fit $dn \sqcap 0$, ergo haec regula falsa est, ex qua sequeretur semper permutari potentias. Unum quod responderi potest argumento est, quod corporis ipsius magnitudo simul computari debet.

15 Si dicamus corpus semper totam suam potentiam alteri dare, hoc ita intelligendum est, quod dabit potius Elaterio si flexile est[,] porro tantum potentiae impendi poterit in Elaterium, donec ejus resistantia fiat aequalis vi agentis, residuae potentiae in opposita corpora transferuntur. Ictus autem tantus erit quanta est tota potentia, sed non totus ictus operabitur ad repercussionem, nisi in quantum Elaterio non est fortior.

20 Non posse istas regulas semper observari de ictu, vel ex eo patet, quod si corpus aliquod motu suo aliud abripiat[,] non in id impingens, sed illud velut glutine correptum, et secum transferens, nihil plane aliud fiet, quam quod servata eadem potentia celeritas minuetur: Ut si currui currenti ego imponam aliquid. Opus est experimentis ad hanc materiam de concursu determinandam. Quanta sit vis ictus sciri poterit ex perduto motu,

2f. potentiam (1) alternari (2) alternis (3) transferri L 4f. videndum (1), quia non videtur id fieri (2). Sit L 6 $\frac{d.h \mid a.e.}{d.n \mid a.v}$ (1) sitque rursus $e \sqcap 0$. (2) pon (3) manentibus L 8 potentia (1) excepta ab (2) accepta L 9 $dh + ae$. (1) seu (2) ex L 9f. $ae \sqcap 0$. (1) Ergo (2) Est L 10 $dn \sqcap 0$ (1). Ergo haec regula (2), ergo haec regula L 11 semper (1) alternari mut (2) permutari L 11 potest (1), hoc est quod (2) argumento L 14 Elaterio (1) seu s (2) si L 19 non (1) id (2) in L 21 ego (1) injicam aliquid vel imponam (2) imponam aliquid. L

21–S. 479.3 Opus [...] penduli: Einige der hier erwähnten Experimente werden im programmatischen Konzept „Experiences à faire sur le mouvement“ von Ende September–Oktober 1677 (N. 56) wieder aufgegriffen.

si corpus incurrat in aliud molle ita ut postea simul procedant. Hinc discemus quanta sit vis ictus. Curabimus etiam inflatas pilas in se invicem incurrere, ut vim ictus notemus[;]
omnia ope penduli.

1 molle (1) cum quo postea pro (2) ita *L*

51. DE PERMUTATIONE POTENTIARUM DEQUE MOTUUM COMPOSITIONE
 [Sommer (?) 1677]

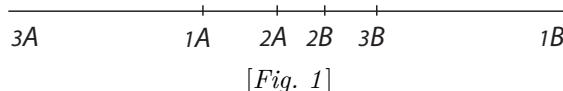
Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 155–156. Ein Bogen 4°; Wasserzeichen im Falz; Papiererhaltungsmaßnahmen; Ränder beschnitten. Vier Seiten.

Datierungsgründe: N. 51 zeugt von Leibnizens Kenntnis des auf dem Relativitätsprinzip (bzw. der „compositio motuum“) beruhenden Schiffsmodells zur Stoßanalyse, die er in den eigh. auf den 10. und 11. (20. und 21.) Juni 1677 datierten Konzepten N. 48–50 ausführlich besprochen hatte. Hier bezeichnete er diese Methode als „ratiocinatio per compositionem motuum“ und wendet sie mehrmals an, um von einfacheren, bekannten Konfigurationen des geraden Stoßes zweier Körper auf komplexere überzugehen (siehe S. 483.9–18, S. 484.12–16). Daher kann man von einer Entstehung von N. 51 nach den obengenannten Konzepten ausgehen. Dass im Übrigen das Wasserzeichen auch bei zwei dieser Konzepte (N. 49 und N. 48) belegt ist, lässt die Vermutung einer Entstehung von N. 51 kurz nach diesen Stücken zu.

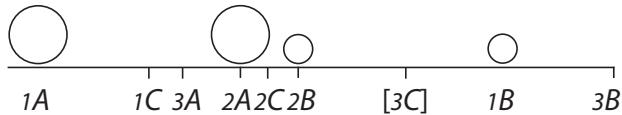
Die Vermutung wird bekräftigt durch den Umstand, dass Leibniz sich in N. 51 mit der These der „permutatio potentiarum“ zweier Körper beim Stoß beschäftigt, einer mit den klassischen Stoßregeln inkompatiblen Annahme, die bereits in N. 43₂ (Mai 1677) und in N. 46 (wohl Mai bis Mitte Juni 1677) eine wichtige Rolle gespielt hatte (siehe die Datierungsgründe). Im erstenen dieser Stücke war sie eine tragende Prämisse der Beweisführung, der Leibniz ohne Einschränkung zustimmte. In N. 46 hielt er sie noch für ein „theorema universalissimum“ und eine Wahrheit, die aus metaphysischen Prinzipien der Natur fließt (S. 449.17–450.5); wobei er angesichts der Tatsache, dass in den meisten empirisch beobachtbaren Stoßvorgängen die Körper ihre Bewegungsgrößen nicht austauschen, die Geltung der These auf unelastische Körper eingeschränkt und für die davon abweichenden Phänomene die Elastizität der Körper verantwortlich gemacht hatte. In N. 50 vom 11. (21.) Juni 1677 kam Leibniz zum Schluss, dass die These zu verwerfen sei: „ergo haec regula falsa est, ex qua sequeretur semper permutari potentias“ (S. 478.10–11). Im vorliegenden Konzept legt Leibniz eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der „permutatio potentiarum“ an den Tag: Teils nimmt er die These für wahr an, oder versucht sich an einem Beweis auf der Basis der beiden Grundregeln des Stoßes (S. 487.1–6), was dem Verfahren von N. 46 entspricht; teils bemerkt er, dass aus der „permutatio potentiarum“ absurde bzw. mit seiner „ratiocinatio per compositionem motuum“ unvereinbare Folgen fließen müssten (S. 481.5–9), weshalb er die These wie in N. 50 ablehnt. Das Fehlen einer konsequent ausgearbeiteten Position und Leibnizens Schwanken zwischen den geschilderten Optionen lässt die Vermutung einer Entstehung von N. 51 kurze Zeit nach den Konzepten vom 20. und 21. Juni, also wohl im Sommer 1677, plausibel erscheinen.

[155 r°] Videndum an hac liceat uti regula, quod eadem potentia eundem in eandem potentiam producat effectum.



Duo corpora aequalia sibi occurrunt, post occursum feruntur reciprocis celeritatibus, quemadmodum demonstratum est. Ergo

si corpora	<i>a</i>	<i>b</i>	erunt $i \sqcap f.$ et $m \sqcap e.$
celeritates priores	<i>e</i>	<i>f</i>	
posterores	<i>i</i>	<i>m</i>	
Potentia agens erat	<i>ae</i>	effectus in paciente	[ai],
	<i>bf</i>		[bm].



[Fig. 2]

Sint jam corpora inaequalia celeritas vero aequalis, videntur post concursum debere esse celeritates tales ut vires permutentur. 5

$$ae \sqcap bm. \; bf \sqcap ai. \; \frac{ae}{ai} \sqcap \frac{bm}{bf}. \; \frac{e}{i} \sqcap \frac{m}{f}. \; m \sqcap \frac{ae}{b}. \; i \sqcap \frac{bf}{a}.$$

Sed hoc absurdum esse inde colligo, quia hoc modo corpus quantumcunque a parvo utcunque repelletur.

Videndum an hac regula uti liceat.

Sit $a \sqcap b$, erit $i \sqcap f$. et $m \sqcap e$. ergo $ai \sqcap af$. et $bm \sqcap ae$.

¹ aequalia (¹) concurrunt, (²) sibi occurrunt, L 2f. Ergo (¹) si potentia erit (²) si L 4 ae,
 \underline{bf}

L ändert Hrsg. 5f. debere (1) permutari (2) celeritates esse (3) esse celeritates (a) in corporum ratione reciproca, (aa) ut scilicet (bb). Nimirum (b) tales ut *L* 10f. liceat. (1) Si corpus a celeritate e (2) Faciat corpus (3) Sit *L*

1f. Duo [...] demonstratum est: Siehe bspw. N. 432 von Mai 1677. [Fig. 2]: Die Bezeichnung für Punkt βC ergänzt Hrsg. 11-S. 482.5 Ponamus [...] progredietur: Leibniz hat die Gleichung $\frac{v}{\epsilon} \sqcap \frac{\phi}{\mu}$ zwar korrekt hergeleitet, aber unter ihren Prämissen ist die Setzung $a \sqcap b$. Diese entspricht der Annahme, dass die Körper a und b gleiche Massen haben. Daraus folgt, dass auch α und β gleiche Masse haben müssen: Die Formel $\frac{v}{\epsilon} \sqcap \frac{\phi}{\mu}$ gilt nur unter dieser Einschränkung und kann daher nicht auf den Stoß unter Körpern beliebiger Masse (*corpus utcunque magnum* bzw. *utcunque parvum*) erweitert werden.

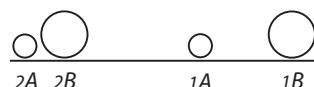
Jam quia $\alpha v \sqcap ai$, erit $\alpha v \sqcap af$ et quia $\beta \mu \sqcap bm$, erit $\beta \mu \sqcap ae$. Jam ob $\alpha e \sqcap ae$. et $\beta \phi \sqcap bf \sqcap af$. Ergo $\alpha \sqcap \frac{ae}{\epsilon}$. et $\beta \sqcap \frac{af}{\phi}$ quibus valoribus substitutis in aequationibus $\alpha v \sqcap af$. et $\beta \mu \sqcap ae$, fiet
 $\frac{\phi ev}{\epsilon} \sqcap \frac{\phi f \mu}{\phi}$ et $\frac{\phi f \mu}{\phi} \sqcap \phi e$. Ergo $\frac{v}{\epsilon} \sqcap \frac{f}{e}$. et $\frac{\mu}{\phi} \sqcap \frac{e}{f}$. Ergo $\frac{v}{\epsilon} \sqcap \frac{\phi}{\mu}$ redditque eadem propositio, quam ob rationes allatas diximus esse absurdam. Nimirum corpus utcunque magnum ab utcunque 5 parvo occurrente repelletur, neque quod contra experientiam est ultra progredietur.
[155 v°]



[Fig. 3]

Ponamus tria esse corpor[a] mole aequalia $A.B.C$ duoque $A.B.$ simul aequivelociter parallele atque ita incurrere in C , ut aequa ab ejus centro gravitatis absint, quo aequalem ambo ictum infligant. Primum cogitemus, utrumquodque ex ipsis A , et B . dare celeritatem suam corpori C , ergo corpus C accepit potentiam corporum $A.B.$ Vicissim corpus C dat corpori A dimidiam et B alteram dimidiam celeritatem, atque ita rursus prodit permutatio potentiarum et difficile erit in aliorum Hypothesibus explicare tales casus.

Experiamur ratiocinationem per compositiones motuum, eo casu quo id permissum est, neque potentiam tollit.



[Fig. 4, gestr.]

1 Jam (1) sit (2) quia L 1 et | quia erg. | $\beta \mu \sqcap bm$, L 4 absurdam. (1) Forte hic peculiaris absurditas (2) Nimirum L 7 corpore L ändert Hrsg. 7 aequivelociter erg. L 9 Primum (1) manifestum est (2) cogitemus, L

12 in aliorum Hypothesibus: Möglicherweise sind solche Autoren gemeint, deren Stoßregeln die Annahme der „permutatio potentiarum“ nicht zulassen, wie bspw. Huygens („Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, JS, Pariser Ausgabe, 18. März 1669, S. 22–24) und Mariotte (*Traité de la percussion*, Paris 1673). [Fig. 4]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

Primum si corpus incurrat in quiescens aequale, in ejus loco manebit[,] ipsum vero ante quiescens propellet. Quid ergo si sit majus, tunc utique vel sequetur vel fortius propellet. Quid ergo si dicamus superfluam potentiam aequaliter ita inter utrumque distribui, ut ea ambo praeterea eant, sive ut distribuatur inter corpora pro reciproca eorum ratione. Sed si haec regula haberet locum, tunc etiam corpore in quiescens aequale incurrente, videtur potentia ipsis ita esse distribuenda, ut pergant simul potentia eadem. Quod si corpus quiescens excipiens sit minus, procedet celerior, sed hic difficultas, nam quid si sit majus procedet tardius quod fieri non potest. Itaque ubique difficultates.

5

Videntur admittendae motuum compositiones cum potentiam non mutant, itaque videtur recte sic procedi posse, cum corpus unum aliud assequitur, potest supponi rem fieri in navi, quae movetur motu praecedentis, sequens vero movebitur motuum differentia. Et post ictum, navi procedente, movebuntur in navi corpora, ut alias determinatum supponitur fieri, si motum in quiescens incurrat. Porro si corpus motum incurrat in quiescens invenio per motuum compositiones salva potentia corpus incurrens tempore eodem quo accessit, percurre differentiam distantiarum corporum a centro gravitatis $\pm al \pm bl$, 15 et quidem reflecti si major est distantia ejus corporis quod incurrit, a centro gravitatis, seu si illud corpus minus est, pergere si majus. Alterum autem corpus nempe excipiens percurret eodem tempore duplicatam sui distantiam ab eodem centro gravitatis primo.

1 corpus | majus *streicht Hrsg.* | incurrat L 2 tunc *erg.* L 4 praeterea (1) sequantur
 (2) eant, L 5 ratione. (1) Idque sic poterimus primum considerare: si corpus concurrent reciprocamente, ambo (2) Sed si L 5f. tunc (1) deberent (2) etiam corpore (a) uno (aa) aliud (bb) in aliud impingente deberent (b) in quiescens | aequale *erg.* | incurrente, (aa) videntur ambo (bb) videbuntur L 6 pergent (1) celeritate eadem sed in ratione (2) posse (3) simul L 7 procedet (1) tardius (2) celerior, L 10 posse, (1) praeter (2) cum L 12 procedente, (1) movebitur (2) movebuntur L 13 quiescens incurrat. (1) De qui (2) Porro si corpus (a) incurrit (b) motum incurrat L 14 incurrens (1) moveri differentia celeritatum per (2) tempore L 16 quidem (1) reflecti si minus (2) pergere si (3) reflecti L 17f. excipiens (1) movebitur eo (2) percurret eodem L

12f. Et [...] fieri: Siehe N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677.

$3A$	$3C$	$(3B)$	$1A$	$3B$	$1C$	$1B$
			$2A$			
			$2C$			
			$2B$			

[Fig. 5]

$1B_1C \sqcap al.$ $1A_1C \sqcap bl.$ $1B_2B \sqcap al + bl.$ $1C_2C \sqcap 2C_3C \sqcap bl \sqcap 3C_2B.$ $3C_3A \sqcap 1C_1A \sqcap bl.$
 $3B_3C \sqcap 1B_1C \sqcap al.$ $2A_3A \sqcap 2C_3C + 3C_3A \sqcap 2bl.$ $2B_3B \sqcap \dagger 3B_3C \dagger 3C_2B$ ubi potentia
 bl bl $\dagger al$ $\dagger bl$
manet eadem et corpus B reflecte[tur] si al sit major perget si bl .

[156 r°] Ergo si corpus aliud assequatur tunc ponendo celeritatem assequentis esse

5 $al + bl + h.$ scilicet h existente celeritate ipsius corporis praecedentis, erit post ictum ce-
 leritas ipsius assequentis $\sqcap \dagger al \dagger bl + h.$ ubi notandum $\dagger al \dagger bl$ esse semper quantitatem
 affirmativam, seu horum duorum differentiam, si ergo bl sit major quam al , quo casu cor-
 pus incurrens non reflectitur, tunc corpus incurrens B , quod scilicet est majus excipiente,
 ibit celeritate $+bl - al + h$, et corpus excipiens A celeritate $2bl + h.$

10 Examinemus quod sit futurum, si duo corpora concurrent reciproca celeritate, ex iis
 ducendo consequentiam, quae flunt uno quiescente.

Sint duo corpora $a.b.$ celeritates $e.f.$ et $ae \sqcap bf.$ Volumus hoc exhibere, in navi, ita
 ut appareat unum b , quiescere. Dabimus ipsi navi celeritatem corporis a , nempe e , ita in
15 navi apparebit quiescere, in ripa apparebit moveri celeritate e , ergo ut corpus B celeritate
 f moveri appareat spectanti e ripa, necesse est in navi moveri celeritate $f + e$, ut scilicet
 celeritas e , ipsius navis in contrarium[,] nihil ab apparentia in ripa, detrahatur.

Jam in ipsa quidem navi ex praecedentibus corpus impingens B , quod ponimus

1 $\sqcap 3C_2B$ erg. L 3 eadem (1) eritque (2) et L 3 reflectet L ändert Hrsg. 4 assequatur
(1) post ictum corpus (2) tunc L 5 ipsius (1) minoris (2) corporis L 6 $\sqcap \dagger al \dagger bl + h.$ (1) at
celeritas ipsius praecedentis (2) ubi notandum (a) redire si al (b) | si streicht Hrsg. | $\dagger al \dagger bl$ sit quantitas
affirmativa, ita (c) | $\dagger al \dagger bl$ esse L 7 ergo (1) bl sit minor quam al , et (2) bl sit (a) minor (b) major
quam al , (aa) et praeterea (bb) quo casu L 8 reflectitur, (1) et praeterea (2) tunc L 8 B
erg. L 8 scilicet est (1) minus (2) majus L 9 A erg. L 14 corpus B (1) moveatur
(2) in 1 (3) celeritate L 16 navis (1) nihil (2) in L 16f. detrahatur. (1) Jam sint duo corpora:
 $\alpha.\beta$ (2) Jam L

majus, feretur (ex dictis) post ictum celeritate $bl - al$, cui si auferatur celeritas navis in contrarium nempe e . feretur celeritate $bl - al - e$. Corpus autem excipiens A feretur celeritate $2bl - e$, unde ex iis quae aliunde scimus necesse esset $2bl - e$ esse $\sqcap e$ et $al + e - bl \sqcap f$ et quia $al + bl \sqcap e + f$. et $ae \sqcap bf$. hinc $al \sqcap e + f - bl$. et rursus $al \sqcap \frac{bfl}{e}$. Ergo $e^2 + ef - ebl \sqcap bfl$, seu $e^2 + ef \sqcap bfl + ebl$ seu dividendo per $e + f$. erit $e \sqcap bl$. Ergo $al \sqcap f$. Hinc in $2bl - e \sqcap e$, substituendo 5 pro $2bl$ ejus valorem $2e$, patet hanc aequationem esse veram, item in $al + e - bl \sqcap f$. substituendo valores pro bl et al fiet $f [+e - e] \sqcap f$ unde patet haec consentire.

$1A$	$2A$	$2C$	$2B$	$1C$	$1B$
	$2A$	$2C$	$2B$	$1A$	$1C$
$3A$	$3C$		$2A$	$2C$	$2B$
$3A$	$3C$	$3B$	$2A$	$2C$	$2B$

[Fig. 6]

Via centri gravitatis: $2A2B \sqcap g$. $f + g \dagger e$ $\sqcap bl + al$, si \dagger est

$$1B2B + 2B2A \dagger 2A1A \quad 1A1C + 1C1B$$

+ corpora occurrent. Ergo $g \sqcap bl + al - f \dagger e$.
- eodem tendent

$$1C2C \sqcap 1C1A \dagger \frac{1A2A}{bl} - 2A2C \sqcap -1C1B + 1B2B + 2B2C.$$

10

$$\frac{1B2C}{1B1C} \sqcap \frac{2A2C}{1A1C} \sqcap \frac{g \sqcap bl + al - f \dagger e}{bl + al}. \text{ Ergo } 2A2C \sqcap \frac{\overline{bl}^2 + albl - fbl \dagger ebl}{bl + al} \sqcap bl - \frac{+f \dagger e}{bl + al} bl.$$

1 cui (1) addatur (2) si auferatur L 2 A erg. L 3 celeritate $2bl - e$, (1) | et streicht Hrsg. | (2) | unde ex iis quae aliunde scimus erg. | et L 3f. esset (1) $2bl + e$ esse $\sqcap e$ [...] $\sqcap f$ quorum prius impossibile. Unde patet methodum per compositiones motuum contradicere sibi ipsi (2) $2bl - e$ [...] $\sqcap f$ et L 5 per | seu streicht Hrsg. | $e + f$. L 8 $2A2B \sqcap g$. erg. L 8f. , si [...] occurrent eodem tendent

erg. L 9 Ergo $g \sqcap bl + al - f \dagger e$. erg. L 11 $\frac{1B2C}{1B1C}$ [...] $- \frac{+f \dagger e}{bl + al} bl$. erg. L

$$\text{Ergo } \mathfrak{z}C \mathfrak{z}C \sqcap \boxed{bl} \perp e \boxed{-bl} + \frac{f \dagger e}{bl + al} bl \text{ seu } \frac{\boxed{\dagger ble} \perp ale + bl f \boxed{\dagger ble}}{bl + al} \sqcap \frac{+bf \dagger ae}{b + a} \text{ id est}$$

eadem est potentia corporum via centri incidentium, quae est differentia potentiarum si sibi occurunt, et quae est summa si se sequuntur. Quod si corpora divergant, idem est ac si occurrant. Porro post occursum celeritates sunt i et m . et quemadmodum ante concursum unum ex corporibus semper sequitur centrum gravitatis, ita post concursum unum semper praecedit, ponendo id in easdem ire partes. Invertamus autem omnia et faciamus quasi ex loco quo post ictum pervenere corpora redirent ad locum ictus, patet eo casu calculando viam centri quod etiam redire in locum ictus (ex $\mathfrak{z}C$ ad $\mathfrak{z}C$) intelligitur corpus A nunc necessario sequi centrum, cum antea id quod sequebatur esset B . Ergo

10 $\mathfrak{z}C \mathfrak{z}C \sqcap \frac{ai(\dagger)bm}{a + b}$. Cumque sit $\mathfrak{z}C \mathfrak{z}C \sqcap \mathfrak{z}C \mathfrak{z}C$ erit $bf \perp ae \sqcap ai(\dagger)bm$. Jam ex natura manentis potentiae debet esse $ae + bf \sqcap ai + bm$.

[156 v°] Videamus ergo quid ex his duabus aequationibus junctis: $ae + bf \sqcap ai + bm$. et $\perp ae + bf \sqcap ai(\dagger)bm$ duci possit.

15 $bf - ai \sqcap bm - ae$ ex priore, et $bf - ai \sqcap \perp ae(\dagger)bm$.

Ergo $bm - ae \sqcap \perp ae(\dagger)bm$. Ubi si corpora se sequantur fiet $bm \boxed{-ae} \sqcap \boxed{-ae} (\dagger)bm$. Ergo si corpora se sequantur, fit necessario $(\dagger) \sqcap +$ seu $(\dagger) \sqcap -$.

Id est si corpora se sequantur, necessario sequentur post ictum. Si corpora sibi occurrant erit $bm - ae \sqcap +ae(\dagger)bm$. Ergo $2ae \sqcap bm (\dagger)bm$. Ubi necessario erit $(\dagger) \sqcap +$. Seu $\not 2ae \sqcap \not 2bm$ excepto uno casu, ubi $e \sqcap 0$. seu ubi corpus A quiescere ante ictum intelligitur, tunc enim duo hinc sequuntur, vel corpus B , etiam quiescere post ictum seu $m \sqcap 0$. Hinc potest fieri $(\dagger) \sqcap +$, vel possumus assumere $(\dagger) \sqcap -$. Tunc fiet $2ae \sqcap 0$. Quod jam novimus, et tantum inde sequitur corpora post ictum divergere. Ergo ex combinatione harum duarum regularum de servata potentia, et de celeritate centri et directione eadem, hoc tantum certo colligimus:

1f. id est (1) via centri erit summa utri (2) eadem L 10 Cumque (1) sint (2) sit L
 17 sequantur, (1) | post ictum streicht Hrsg. | necessario divergent, (quod non videtur consentire cum
 compositione ex motu in navi, ubi sane manifestum est, si impingat in navi motum in quiescens minus
 pergere, quod examinandum et cum calculo in navi conferendum.) (2) necessario sequentur post ictum. L
 18 Ubi (1) cum e sit (2) necessario L 18f. $\not 2ae \sqcap \not 2bm$ (1). Si scilicet (2) excepto L 22 ex
 (1) hoc theorem (2) combinatione L 23 centri (1), hoc unum constans (2) et directione eadem,
 (a) hoc unum certo colligimus, quod (b) hoc L

1. Si corpora sequuntur ante ictum se sequentur post ictum.
2. Si corpora sibi occurrant ante ictum, divergent post ictum permutatis potentis.
3. Si corpus incurrat in aliud quiescens, tunc vel corpus incurrens etiam quiescat post ictum, vel ambo sequuntur.
4. Si ponantur permutari potentiae et directiones per ictum, tunc simul observabitur 5 utraque regula scilicet conservatio potentiae corporum, et directionis centri.

Quoniam si corpora sibi occurrant necessario fit $+ae + bf \sqcap ai + bm$. Hinc patet hinc nihil detegi novi nec absolvvi problema ex his duabus regulis.

Si corpus e quiescat, fit: $bf \sqcap ai \perp bm$. Ergo si $m \sqcap 0$. necessario $bf \sqcap ai$. Sed si ponamus se sequi corpora post ictum et esse $bf \sqcap ai + bm$, rursus nihil hinc novi ducemus de modo 10 scilicet, quo se corpora sequi debeant.

Si finxissemus centrum gravitatis post ictum eadem qua venerat celeritate redire, fieret aequatio: $\perp ae + bf \sqcap (\perp)ai + bm$. et fieret $bf - bm \sqcap (\perp)ai \perp ae$ at idem $bf - bm \sqcap ai - ae$. Ergo $ai - ae \sqcap (\perp)ai \perp ae$. seu $i - e \sqcap (\perp)i \perp e$. Quod si corpora sibi occurrant ante ictum[,] fiet $i - e \sqcap (\perp)i + e$. seu $2e \sqcap +i(\perp)i$, id est vel $2e \sqcap 2i$ quod absurdum est, nisi ambo sint 15 aequalia et aequali celeritate ferantur, et ita post ictum divergent, vel $2e \sqcap 0$. quod est absurdum. Ergo si corpora sibi occurrant regula de recursu centri gravitatis servari non potest nisi in casu, quo vel centrum ipsum quiescit, seu ejus recursus infinite parvus, vel in casu quo corpus unum alteri celeritate infinite parva occurrit seu quiescit. Si corpora se sequantur, tunc fiet $i - e \sqcap (\perp)i - e$. seu $i \sqcap (\perp)i$ ergo $\perp \sqcap +$ seu $\perp \sqcap -$ seu corpora se 20 sequentur etiam post ictum in contrariam partem, quae omnia absurdia: absurdum ergo centrum gravitatis eadem celeritate qua venit sic redire.

1 ante ictum (1) divergent (2) se sequentur L 2 corpora (1) ambo sint in motu et sib (2) sibi occurrant (a) tunc (b) ante L 12 finxissemus (1) corpus (2) centrum L 13f. $bf - bm \sqcap ai - ae$. (1) Quae aequatio esset (2) Ergo L 14 corpora (1) sequantur, res est absurdia (2) sibi L 16 ferantur, (1) vel erit (2) et L

52. EANDEM SEMPER EST CELERITAS SEPARATIONIS ET CELERITAS
CONCURSUS

[Ende Juni 1677 – Januar 1678]

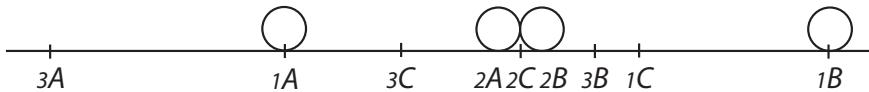
Überlieferung:

- L* Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 153–154. Ein Bogen 4°; Wasserzeichen im Falz; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten.
E (tlw.) FICHANT 1994, S. 399–402.

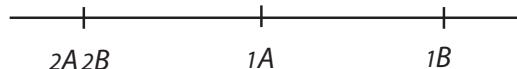
5 **Datierungsgründe:** Im vorliegenden Konzept bedient sich Leibniz der auf dem Relativitätsprinzip beruhenden Methode zur Stoßanalyse, die er in N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677 durch die Schiffsanalogie veranschaulicht hatte. Ein wesentlicher Unterschied zwischen jenem Stück und N. 52 besteht allerdings in der Haltung, die Leibniz gegenüber dieser Methode an den Tag legt. In N. 48 diente die Besprechung der Bewegung und des Stoßes zweier Körper auf einem fahrenden Schiff dazu, ein möglichst geeignetes, 10 deutliches Beispiel für die Gefahren des Relativitätsprinzips anzuführen. Daraufhin hatte Leibniz auch seine Vorzüge, und die des Schiffsmodells, für die Stoßanalyse dargetan. In N. 52 (siehe S. 493.3–14) tritt an die Stelle des früheren Misstrauens eine durchaus positive Bewertung der Schiffsmethode: Er findet, dass sie einen „überaus schönen wie einfachen“ Ansatz zur Stoßanalyse an die Hand gibt („pulcherrima facillima que illinc constructio habebitur, ope ejusdem navis, tum facilis habebitur motus resolutio“), dass 15 mit ihrer Hilfe endlich alle Fragen beantwortet sind („omnia plane absoluta nunc tandem habemus“), und ist sich ihres Hauptergebnisses, dass nämlich abzüglich der Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts die Geschwindigkeiten beider Körper vor und nach dem Stoß im Betrag gleich sind, sicher („manifeste patet eandem semper esse separationis celeritatem, quae erat concursus“). Dieser Umstand deutet auf eine Entwicklung von Leibnizens Position nach der Abfassung von N. 48 und spricht für die Entstehung 20 von N. 52 ab Ende Juni 1677. Die Formeln, die Leibniz am Ende seiner Schiffsanalyse am freigebliebenen rechten Rand von Bl. 154 v° geschrieben hat (S. 497.1–2) entsprechen, wie von FICHANT 1994 (S. 401f.) festgestellt, den klassischen Gleichungen der Geschwindigkeiten beim vollkommen elastischen Stoß zweier Körper.

25 Die Tatsache, dass Leibniz die *vis* mit der Bewegungsgröße gleichsetzt (siehe S. 494.2–3), ist ein Indiz der Entstehung von N. 52 vor *De corporum concursu, Scheda octava* von Januar 1678 (N. 58₁₀). Daraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierungsspanne: Ende Juni 1677 bis Januar 1678.

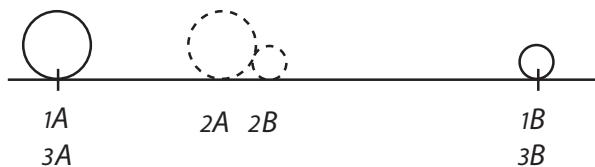
30 Innerhalb dieser Zeitspanne lässt sich abschließend die relative Datierung von N. 52 gegenüber N. 54 feststellen. Im vorliegenden Konzept geht Leibniz von der These der gleichförmigen Bewegung des *centrum potentiae* aus, die er sogar an verschiedenen Stellen zu beweisen versucht. Dass diese Gesetzmäßigkeit in ihrer allgemeinen Form nicht haltbar ist, wie er in N. 54 an einem Beispiel zeigt, scheint ihm in N. 52 nicht bekannt zu sein, was auf die frühere Entstehung des vorliegenden Konzepts gegenüber N. 54 schließen lässt.

[153 r^o]

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

$1B 1C \sqcap al.$ $1A 1C \sqcap bl.$ $1A 2A \sqcap e.$ $1B 2B \sqcap f.$ $3A 2A \sqcap i.$ $3B 2B \sqcap m.$

$1C 2C \sqcap 2C 3C \sqcap c.$ $2B 2A \sqcap h.$

Ex natura potentiae absolutae, $ae + bf \sqcap ai + bm$. Ergo $ae - ai \sqcap (1) bm - bf$. Ergo $\frac{a}{b} \sqcap (2) \frac{bm - bf}{ai - ai}$. $\frac{a}{b} \sqcap (3)$

4-S. 490.10 Am Rand: $ai + bf \sqcap ai + bf$, si $e \sqcap i$ et $f \sqcap m$. Ergo $ai - ai \sqcap bf - bf$. Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{i - i}{f - f}$, seu $\frac{i - i}{f - f} - \frac{a}{b} \sqcap 0$ seu $i - i - \frac{a}{b} \sim f - f \sqcap 0$.

Est autem $f - f \sqcap i - i$. Fit ergo $i - i, -\sqrt{i - i} \frac{a}{b}$. Seu fit $i - i, \sim 1 - \frac{a}{b} \sqcap 0$. Ergo si $m - f \sqcap e - i \sqcap 0$, tunc consequitur esse $1 - \frac{a}{b} \sqcap 0$. Si $0 \sqcap 0$ fiet $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f - m}{i}$, et $i \sqcap f + m$. Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f - m}{f + m}$. $fa + ma \sqcap fb - mb$. Ergo $m \sqcap \frac{fb - fa}{a + b}$, $f - m \sqcap \frac{2f[a]}{a + b}$.

[a] $\frac{2fb}{a + b}$. L ändert Hrsg.

$\frac{m-f}{e-i} \cdot {}_1B_1A \sqcap {}_3B_3A$ ex natura mutationis respectivae. ${}_1B_1A \stackrel{(4)}{\sqcap} {}_1B_2B + {}_2B_2A \stackrel{(5)}{\sqcap} {}_2A_1A$,
 $f \quad h \quad e$
 posito B esse corpus quod non praecedit A , sed vel ei sequitur, quo casu est $\pm \sqcap - [.]$ vel
 ipsi occurrit[,] quo casu est $\pm \sqcap +$. Ergo ${}_1B_1A \sqcap f+h \pm e$. Tantum suppono ${}_1A$ non cadere
 inter ${}_2A$ et ${}_2B$, quod obtinetur, si diuturnus satis assumatur motus. Cumque semper fingi
 possit diutius durasse, eodem manente effectu, ideo casus iste praeteriri potest.

$$\begin{aligned} {}_3B_3A \sqcap & +{}^{}_3B_2B + {}_2B_2A + {}_2A_3A, \text{ seu } {}_3B_3A \stackrel{(6)}{\sqcap} (\pm) m + h + i. \\ & \text{cum } B \text{ regreditur} \\ & -{}^{}_3B_2B + {}_2B_2A + {}_2A_3A \\ & \text{cum } B \text{ procedit} \end{aligned}$$

Ergo per 4. 5. 6. aeqq. erit $f \boxed{+h} \pm e \stackrel{(7)}{\sqcap} (\pm) m \boxed{+h} + i$ seu erit $f \pm e \stackrel{(8)}{\sqcap} (\pm) m + i$.

Seu $i \pm e \stackrel{(9)}{\sqcap} f (\pm) m$ seu $\frac{i \pm e}{f (\pm) m} \stackrel{(10)}{\sqcap} 1$, quam aequationem conferendo cum aequatione
 3. et supponendo a et b corpora esse inaequalia, non potest esse $\pm \sqcap -$ ita ut simul sit
 10 etiam $(\pm) \sqcap -$. Foret enim $\frac{i-e}{f-m} \sqcap 1$, sed idem $\sqcap \frac{a}{b}$, ergo $\frac{a}{b} \sqcap 1$, seu $a \sqcap b$, quod est

10 Oberhalb der Zeile, im Anschluss an seu $a \sqcap b$: vel saltem $m-f \sqcap 0$ et $e-i \sqcap 0$

1 ex natura mutationis respectivae erg. L 2 non (1) sequitur (2) praecedit L 2 quo casu
 est $\pm \sqcap -$ erg. L 3 quo casu est $\pm \sqcap +$ erg. L

contra hypothesis. Jam si corpora concurrent \pm est $\sqcap -$. Ergo si corpora concurrent (\pm) necessario est $+$, et fiet $i - e \sqcap f + m$.

Ergo si corpora sibi concurrent, tunc vel aequalia sunt corpora, vel aequales sunt vires, vel aliquod ex ipsis progreditur, cuius celeritas quaesita affecta erit signo $-$.

[153 v°] Si vero unum corpus praecedat alterum sequatur, tunc \pm necessario est $+$, 5 et tunc si poneremus (\pm) esse $+$ fieret $\frac{i+e}{f+m} \sqcap 1$ seu $i+e \sqcap f+m$. Cum autem (\pm) est $+$, seu cum (\pm) est $-[.]$ tunc corpus impingens progreditur. Si vero (\pm) sit $-[.]$ tunc corpus impingens reflectitur. Cum enim antecedens semper pergit, hinc redeunte impingente, corpora a se invicem divergunt, ac signorum idem est status, ac si concurrent. Tantum examinandum est, quando impingens reflectatur vel non. Et quidem si sit $\frac{i+e}{f-m} \sqcap 1$ seu 10

1–4 hypothesis. | Jam [...] $i - e \sqcap f + m$. erg. | Eademque vice $i + e \sqcap m - f$. Ergo $i \sqcap f$ et $e \sqcap m$. Ergo $i \sqcap m$. a $\sqcap b$. erg. u. gestr. | (1) Superest ut examinemus an unum signum possit esse $+$, alterum minus.

Sit ergo $\pm \sqcap +$ et (\pm) sit $-$. Fiet $\frac{i+e}{f-m} \sqcap 1$ seu $f - m \sqcap i + e$ seu $f - e \sqcap i + m$. Sed etiam ex aequ. 3.

$f - m \sqcap \overline{i - e} \frac{a}{b}$. Ergo $\overline{i - e} \frac{a}{b} \sqcap i + e$. Ergo $ai - ae \sqcap bi + be$. Ergo $ai - bi \sqcap ae + be$. Est autem $ai \sqcap ae + bf - bm$.

| per aequ. 1. erg. | Ergo fiet: $\boxed{ae} + bf - bm - bi \sqcap \boxed{ae} + be$. Ergo fiet: $f - m - i \sqcap e$, seu $i + m \sqcap e - f$ quod est absurdum si ponamus celeritatem ipsius B , f , esse majorem, quam ipsius A celeritatem, e . Similiter ponamus \pm esse $-$ et (\pm) esse $+$. Fiet $\frac{i - e}{f + m} \sqcap 1$ seu $i - e \sqcap f + m$. Sed etiam ex aequ. 3. $f - m \sqcap \overline{i - e} \frac{a}{b}$.

Ergo $\overline{i - e} \frac{a}{b} \sqcap i + e$. Ergo $ai - ae \sqcap bi + be$. Jam ex aequ. 1^{ma} est $ai \sqcap ae + bf - bm$ quo valore in aequatione praecedente substituto, fiet $\underbrace{ai}_{(ae)} \quad \underbrace{-ae}_{(ae) + bf - bm} \sqcap bi + be$, seu dividendo per b erit $f - m \sqcap i + e$. Sed hoc

fieri non potest si m sit major quam f , intelligi autem semper potest m major quam f , quando corpora concurrent, (a) ergo (b) tunc enim nihil refert ad hunc calculum, quodnam ex his corporibus vocetur B aut A . Appellando ergo A illud cuius celeritas e , major est, utique absurdum erit aequatio $f - e \sqcap i + m$. Est autem eo casu ut (aa) aliunde (bb) notum ex superioribus $\pm \sqcap +$. Ergo ponendo $(\pm) \sqcap (2)$ Ergo si

corpora concurrent, necessario aut corpora aequalia (3) Ergo [...] signo $-$. L 4 quae sit erg. L 6–8 $i + e \sqcap f + m$. (1) Quod scilicet contingit, si (a) corpus antecedens (b) corpus impingens reflectatur, nam antecedens semper pergit cum nihil repellat. Si vero cor (2) Est (3) Cum autem [...] reflectatur. L 9f. ac si (1) divergent (2) concurrent. (a) Si vero impingens (aa) occurrat, tunc (bb) pergit, tunc (b) Tantum L 10 quando (1) corpora (2) impingens reflectatur (a) vel non, quod videtur non ex (b) vel L

$f - m \sqcap i + e$ vel $f - e \sqcap i + m$ debet necessario esse f major quam e . Id vero verum esse aliunde patet[,] alioqui enim corpus B non assequeretur corpus A , nisi celerius moveretur. Porro si corpus B reflectitur, tunc necessario debet celeritas B per ictum diminui.

- Imo manifeste patet $f \sqcap m$ et $i \sqcap a$ quandocunque B sequitur A , utique enim augebit 5 necessario celeritatem ipsius A , in eam partem, in quam impellitur, aucta autem celeritate ipsius A , celeritatem ipsius B minui manifestum est.

Ante omnia porro manifestum est, si consequens sit majus antecedente, non repellit sed progredi, si sit aequale, videtur in ejus locum, quod propellit, quiescere, nam, sive quiescat, sive progrederiatur, id quod impellitur, idem est, non magis enim ab eo patitur, 10 quam in ipsum agit, ergo concludo, si corpus minus majori antecedenti impingat, semper repellit.

Possunt autem ista omnia paeclare demonstrari per motuum compositiones. Exempli causa pono corpus quiescens in navi esse, et aliud in ipsum impingere, navem autem progrederi, patet spectantibus in ripa motum apparitum, quem dixi, corporis corpus 15 consequentis, et phaenomena quae dixi necessario eventura. Ex uno hoc principio compositionis motuum, etiam poterunt demonstrari caetera, modo caveamus ne augeamus minuamusve potentiam. Nimirum cum certum sit corpora reciprocis ponderi celeritatibus concurrentia aequali celeritate repelli, ponamus id fieri in nave mota, et spectari e ripa. Inde facile habebimus omnia phaenomena concursuum nec ullo modo augebitur 20 potentia. Hinc statim etiam demonstratur in eadem necessario recta progrederi centrum gravitatis, quia fingendo corpora reciproca moli celeritate procedere, utique centrum gravitatis eorum in eadem semper recta progrederitur uniformiter, idem autem progrederitur et cum navi uniformiter. Ergo motus ex duobus uniformibus compositus motibus est etiam uniformis. Hinc porro demonstratur, et centrum potentiae in eadem progrederi recta

1 $f - m \sqcap i + e$ (1). Erit necessario (2) vel L 1 quam e . (1) Itaque si ce (2) Id L 2f. moveretur (1), ergo si corpus B sequatur corpus A , necessario etiam erit corporis B celeritas per ictum (2). Porro L 8 sed progrederi erg. L 9 est, (1) perinde (2) ob mo (3) non L 13 pono (1) utrumque (2) corpus L 15f. principio (1) compositionibus (2) compositionis L 17 reciprocis (1) moli (2) ponderi L

1f. Id [...] aliunde patet: Das beschriebene Verhältnis zwischen den Geschwindigkeiten e und f ist eigentlich tautologisch. 21f. fingendo [...] uniformiter: Wenn die Geschwindigkeiten reziprok zu den Massen sind, ruht der Schwerpunkt.

uniformiter, quia si corpora fingantur concurrere celeritatibus reciproce proportionalibus quiescat hoc centrum, interea navis eadem celeritate progredietur.

[154 r°] Hinc verissima etiam appareat ratio, quid praestet ictus aut non praestet, et quid fiat, si corpora concurrentia sunt mollia, in quibus ictus perit. Item manifeste patet eandem semper esse separationis celeritatem, quae erat concursus. Denique omnia plane absoluta nunc tandem habemus, sed necessario ab Hugenii et Mariotti, et Wallisii et Wrenni regulis diversa. Tandem pulcherrima facillimaque illinc constructio habebitur, ope ejusdem navis, tum facilis habebitur motus resolutio, atque ita omnia non calculo, sed ratiocinatione transigentur. Denique examinari poterit quid fiat, si duae sint naves, et duo illis corpora, mota diverso a navibus motu, et separatim corpora, separatim naves sibi infligant ictum. Atque ita denique obtainimus rem diu quaesitam, ut omnia per solas motuum compositiones, hoc uno observato, ut ne quid potentiae pereat, explicarentur: videamus tantum qua ratione id semper obtineatur, ne scilicet variari possit motuum compositionis et phenomenonorum modus. 5

(Si corpora ictu perdant vim omnem, id est si simul maneant, pergent sola navis celeritate, est ergo celeritas navis eadem quae centri. Nam via centri manet eadem, est autem via centri post ictum hic eadem quae corporum, ergo et eadem quae navis. Ergo et fuit eadem quae navis[,] quia tam navis quam centrum aequaliter feruntur.[]]) 15

1 fingantur (1) aequaliter concurrere hoc centrum potentiae (2) concurrere L 3 ratio, (1) tum cur eadem semper servetur (2) quid L 3f. praestet, (1) nam (2) et L 10 duo (1) in ips (2) illis corpora, (a) separatim (b) mota L 11 ictum. (1) Denique (2) Atque L 13 motuum erg. L 15–18 (Si [...] feruntur. erg. L

1f. quia [...] centrum: Eigentlich ruht das *centrum potentiae* genau dann, wenn die Geschwindigkeiten der Körper reziprok zu den Bewegungsgrößen (*potentiae*) sind, nicht zu den Massen. Unter den gegebenen Voraussetzungen müssten also die Körper zusätzlich gleiche Massen haben. 6f. Hugenii [...] Wrenni: C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO XVI*, S. 179–181); E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673; J. WALLIS, „A summary account [...] of the general laws of motion“, *PT III* (1668–1669), Januar 1669, S. 864–866; DERS., *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, S. 660–682 (*WO I*, S. 1002–1015) sowie Cap. XIII, S. 686–707 (*WO I*, S. 1018–1031); C. WREN, „Theory concerning the same subject“, *PT III* (1668–1669), Januar 1669, S. 867f.



[Fig. 4]

A.e, B.f.

Celeritas corporis *A*, est *e*. Celeritas corporis *B* est *f*. Quod si celeritas corporis *A* esset *b* et corporis *B* esset *a*, forent vires aequales seu potentiae reciproce proportionales.

Corpora vel sibi occurrunt, vel se sequuntur, si sibi occurrunt, tunc vel sunt aequalia sunt aequalia vel inaequalia. Si sunt aequalia, tunc motu occurrunt vel aequali vel inaequali, si motu occurrant aequali habemus solutionem[,] si motu sibi occurrunt inaequali, tunc motus ipsius *B* sit celerior. Nempe erit ut $f+e$ ad *e*. Quaeramus modum quo duo corpora quae ambo sibi occurrant celeritate aequali, in navi, accedente motu navis ferantur motu composito, ita ut celeritas eorum sit ut $f+e$ ad *e*. Sit celeritas qua occurrere finguntur *g*, addatur illi motus navis *n* et huic dematur, fiet $g+n$, et $g-n$. Et $g+n \sqcap f+e$ et $g-n \sqcap e$. Ergo $g \sqcap f+e-n$ ergo $\underbrace{f+e}_{g} -n -n \sqcap e$. Ergo $n \sqcap \frac{1}{2}f$. Ergo $g \sqcap e + \frac{1}{2}f$. Unde patet rem esse determinatam. Ut ergo rem tractemus generaliter sint corpora duo *A*, *B*, eorum celeritates ipsius *B* sit $+f$ [,] ipsius *A* sit $-e$ si occurrit ipsi *B*, sed $+e$, si ipsum antecedit, quia tamen minori celeritate praecurret, hinc semper faciamus *e*, minorem quam *f*, nam et si occurrunt sibi in nostra potestate est, quodnam eligere

15-S. 495.1 *Am unteren Blattrand:* (Per has regulas id efficere possumus, ut datis duobus corporibus unoque facto (dum scilicet feruntur reciproca moli celeritate[]),^[a] praedicamus alia, nam addemus tantum aut adimemus viam centri.)

[a] celeritate, (1) reliqua facilius (2) praedicamus *L*

4f. tunc (1) est majus *m* (2) vel *L* 7 celerior. (1) Ut autem (2) Nempe *L* 8 ambo (1) feruntur (2) sibi occurrant *L* 8 aequali, | tamen *gestr.* | in navi, *L* 9f. qua (1) concurrere (2) occurrere *L* 13 sit $+f$ (1) ipsius *A* sit *e* vel $-e$. Ponamus jam semper esse *f* majus quam *e*. Item alterum quod minorem habet motum, si non occurrit tunc motum ejus facia (2) ipsius *A* *L*

velimus pro affirmante vel negante.

Ergo [154 v^o] celeritas *A* sit $\pm e$. Fingatur *-bl*.

..... *B* sit $+f$. Fingatur *+al*.

[Nachfolgend kleingedruckter Text gestrichen.]

Debet esse $f(\pm)n \sqcap al$. Et $\pm e(\pm)n \sqcap bl$.

5

Ergo $(\pm)n \sqcap al - f$. Et $\underbrace{\pm e - al + f}_{(\pm)n} \sqcap -bl$. Ergo $al \sqcap \frac{\pm e + f}{a - b}$ vel $bl \sqcap \pm e + al - f$. Ergo $bl \sqcap \frac{b}{a - b} \overline{\pm e + f}[,]$
 $al \sqcap \frac{a}{a - b} \overline{\pm e + f}$.

Ergo $(\pm)n \sqcap \frac{\pm ae \boxed{+af - af} + bf}{a - b}$. Hinc si sit $\pm e \sqcap +e$, seu si corpora tendant in easdem partes fiet
 $(\pm)n \sqcap \frac{+ae + bf}{a - b}$ (quae est ut obiter dicam celeritas centri potentiae). Quod si ergo corpus quod sequitur
nempe corpus *B*, minus est corpore quod antecedit, *A*, tunc: signum (\pm) erit affirmativum, et navis 10
in eandem tendere intelligenda est partem cum corpore utroque; celeritate potentiae per differentiam
corporum divisae. Si vero corpus sequens sit majus antecedente, in contrariam partem movenda est navis,
etiam differentia celeritatum, unde patet si sit $a \sqcap b$ non esse cur navis in hanc potius quam illam partem
moveatur, adeoque quieturam. Hoc tamen aliunde videtur esse falsum, ob signorum usum periculosum.
Interea jam demonstratum aliunde est manifesto, viam navis esse viam centri potentiae. Nam positio 15
corporum concursu per reciprocam celeritatem erit centrum potentiae immobile in navi, feretur ergo
tantum motu navis.

Video meum calculi errorem, debebam motum illum simpliciter addere, sic ergo dicendum est
[Text bricht ab.]

15 Über viam centri potentiae, ebenfalls gestrichen: Imo error, non est totius potentiae, sed
solum ictus.

1f. negante. | Sit streicht Hrsg. | Ergo [154 v^o] | celeritas *erg*. | *A* sit $\pm e$. (1) Deberet esse (2) Celeritas *A* deberet esse (3) Fingatur *L* 3 sit $+f$. (1) Deberet esse (2) (3) Fingatur *L* 7f. $\frac{a}{a - b} \overline{\pm e + f}$. (1) Ergo *n* \sqcap (2) Ergo *al* $- bl \sqcap$ (3) Ergo *L* 8 $\frac{\pm ae \boxed{+af - af} + bf}{a - b}$
(1) eritque (2). Hinc *L* 9 centri (1) gravitatis (2) potentiae). *L* 11 corpore | *B* gestr. |
utroque; *L* 12f. navis, (1) denique si (2) etiam *L* 15 aliunde *erg*. *L* 18 addere, (1) sit
(2) sic *L*

15–17 Interea [...] navis: Siehe die Passage auf S. 492.24–493.2.

Sit motus navis $(\pm)n$. Is addendus utriusque, fiet $f(\pm)n \sqcap al$ et $\pm e(\pm)n \sqcap -bl$.

Ergo fiet: $(\pm)n \sqcap al - f$, et $\underbrace{\pm e(\pm)n}_{al - f} \sqcap -bl$. Ergo $al + bl \sqcap f \pm e$ sive $l \sqcap \frac{f \pm e}{a + b}$.

Ergo $al \sqcap \frac{a}{a + b} \sim \overline{f \pm e}$ et $bl \sqcap \frac{b}{a + b} \sim f \pm e$ et $(\pm)n \sqcap \frac{af \pm ae \mp af - bf}{a + b}$. Hinc si corpora tendant in easdem partes fiet $(\pm)n \sqcap \frac{-ae - bf}{a + b}$. Videamus jam an ita sit $f \pm n \sqcap al$.

5 Fiet: $\frac{af \pm bf - ae \mp bf}{a + b} \sqcap \frac{af - ae}{a + b}$, quod verum esse patet, est autem f necessario major quam e , quando corpus B persequitur. Et proinde generaliter ex $f(\pm)n \sqcap al$ fiet:

$\frac{af \pm bf \pm ae \mp bf}{a + b} \sqcap al \sqcap \frac{af \pm ae}{a + b}$ et $\pm e(\pm)n \sqcap -bl$ dabit: $\frac{\pm ae \pm be \pm ae - bf}{a + b} \sqcap \frac{-bf \pm be}{a + b}$.

Calculus ergo verus est. Ac proinde si corpus unum B aliud A insequatur, celerius quam movetur A , tunc ut fiant celeritates potentiarum reciprocae, necessario retroagenda est 10 navis. Nam necessario efficiendum est, ut corpus antecedens retroagi videatur existentibus in navi. Hinc etiam patet esse n summam vel differentiam potentiarum applicatam magnitudini corporum, seu motum navis esse viam centri gravitatis. Hinc centrum gravitatis eadem semper procedit via, quia intelligitur procedere cum navi. Hinc praecclare omnes difficultates solvuntur, patet enim ex motuum compositione quis sit ictus[,] seu 15 corpora in tantum in se invicem agere intelligi, in quantum ictui resistunt, reliqua motui ambobus communis tribuenda non pertinere ad actionem eorum in se invicem.

Post concursum manet n et quod ipsi e addebatur ipsi f detrahitur, vel contra. Id est motus ante concursum $f \sqcap +al(\pm)n[.] e \sqcap -bl(\pm)n$.

5 patet, (1) sed in eo difficultas est quod videtur (2) est L 5f. necessario (1) celerior (2) major L
6 persequitur (1) vicissim (2) (\pm) (3). Et L 8 B erg. L 8 A erg. L 10 Nam

(1) ponamus corpus persequens esse minus (2) necessario L 10 retroagi (1) intelligatur in nav (2) videatur L 11 differentiam (1) celeritatum divisam per (2) potentiarum (a) divisa (b) applicatam L 15 in quantum (1) sunt (2) ictui L 16f. $+al$ (1) Sit motus navis n . (2) Post concursum manet n L

Post concursum fiet:

$$m \sqcap (\pm)2n - f[,] m \sqcap -al(\pm)n[,] \text{ seu } m \sqcap \frac{+bf - af \pm 2ae}{a+b}[,] i \sqcap \frac{\pm ae \pm be + 2bf}{a+b}.$$

$$i \sqcap (\pm)2n \pm e \quad [i \sqcap] + bl(\pm)n$$

1f. Hilfsrechnung am linken Blattrand:

$$\begin{aligned} & \underbrace{-al}_{\pm n - f} \quad \underbrace{(\pm)n}_{-al + f} \quad \sqcap m \sqcap +f - 2al \sqcap \pm e + bl - al. \\ & \pm e (\pm) n \\ & \underbrace{+bl}_{\pm e (\pm) n} \quad (\pm)n \sqcap i \sqcap \pm e + 2bl \sqcap +f + bl - al. \\ & m \sqcap +f - 2al \sqcap \boxed{af} + bf - \boxed{2} af \pm 2ae \sim a + b. \\ & i \sqcap \pm e + 2bl \sqcap \pm ae \boxed{\pm be} + 2bf \pm \boxed{2} be \sim a + b. \end{aligned}$$

2 $m \sqcap (\pm)2n - f[,] \text{ erg. } L$ 2 $i \sqcap \text{erg. Hrsg.}$
 $i \sqcap (\pm)2n \pm e$

53. CENTRUM GRAVITATIS SEMPER SEQUITUR CORPUS POTENTIUS
 [Ende Juni 1677 – Januar 1678]

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 148–149. Ein Bogen 4°; Bl. 148 ist halbiert; Wasserzeichenfragment im Falz; Ränder ausgefranst; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten; Textfolge: Bl. 149, dann Bl. 148; der obere Bereich von Bl. 149 r° überliefert die [Fig. 1] von N. 54.
- E (tlw.) FICHANT 1994, S. 397f.

Datierungsgründe: Im vorliegenden Konzept behandelt Leibniz die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts der Körper beim Stoß anhand der Schiffsanalogie, die erst in N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677 behandelt wurde. Damit ist ein erster Grund zur Annahme der Entstehung von N. 53 nach N. 48 gegeben. Ein wesentlicher Unterschied zu N. 48 besteht darin, dass Leibniz dort diese Analogie zunächst als anschauliches Beispiel der Gefahren dieser Vorgehensweise angeführt hatte, um anschließend ihre Bedeutung für die Stoßanalyse zu erörtern. In N. 53 jedoch weicht sein Misstrauen gegen die auf dem Relativitätsprinzip beruhende Methode einer gegensätzlichen Haltung: Leibniz nennt die Methode „compositionem motuum meam“ (S. 501.14) und „regula nostra per compositiones“ (S. 503.18) und verwendet sie als Maßstab zur Beurteilung der Huygens'schen Stoßregeln. Dies deutet auf eine Entwicklung von Leibnizens Position nach der Abfassung von N. 48 und spricht für die Entstehung von N. 53 ab Ende Juni 1677. Leibnizens Bedenken über die unerwünschten Folgen der Schiffsmethode hinsichtlich der Erhaltung der *potentia* bleiben allerdings bestehen (S. 503.10–504.8) und sind Gegenstand weiterer Untersuchungen (N. 54 und N. 55).

Als Terminus ante quem darf *De corporum concursu, Scheda octava* von Januar 1678 (N. 5810) gelten. Denn Leibniz sieht in N. 53, wie auch in N. 54, das Hauptproblem seiner (aus heutiger Sicht grundsätzlich richtigen) Stoßregel „per compositiones“ darin, dass sie die Erhaltung der gesamten *potentia* der Körper wider Erwarten nicht gewährleistet (S. 503.10–504.8). Der Grund dafür ist, dass er unter *potentia* die skalare Größe *mv* versteht, die im Gegensatz zum (vektoriellen) Impuls beim Stoß nicht erhalten wird. In der *Scheda octava* wird Leibniz eine „reformatio“ der Stoßlehre vollziehen, die Erhaltungssätze für den Impuls und für die dort erstmals als mv^2 gemessene *vis* umfasst, wodurch die hier geäußerten Bedenken über die Nichterhaltung der Bewegungsgröße sich als gegenstandslos erweisen.

Die thematischen und inhaltlichen Übereinstimmungen zwischen N. 53 und N. 54 legen die Annahme einer etwa gleichzeitigen Entstehung beider Stücke nahe, welche durch folgenden Umstand bestätigt und präzisiert wird. Der obere Bereich von Bl. 149 r° überliefert eine Zeichnung, die nicht zu N. 53 gehört, sondern die Grundlage für die Fallanalyse dreier Stoßfälle in N. 54 bildet (und dementsprechend dort als [Fig. 1] wiedergegeben wird). Die Lage der Figur lässt den Schluss zu, dass Leibniz nach Anfertigung von N. 53 sie am frei gebliebenen Rand von Bl. 149 r° zeichnete und anschließend zur Abfassung von N. 54 ansetzte.

[149 r^o]

(1A)	1A	1C	2A	2C	2B	(1C)	1B
------	----	----	----	----	----	------	----

[Fig. 1]

Videndum an centrum gravitatis semper in eam partem tendat ante concursum in quam tendit corpus fortius. Fortius voco non majus, sed cuius potentia major. Nempe sit celeritas B seu $1B_2B \sqcap f$. $bf \sqcap ae$. Et $e + f \sqcap la + lb$. Est autem $f \sqcap la + lb - e$. Ergo $bf \sqcap bla + lb^2 - be$. Quem valorem bf in determinatione $bf \sqcap ae$ substituendo erit $bla + lb^2 - be \sqcap ae$, seu 5 $bla + lb^2 \sqcap ae + be$, seu $bl \sqcap e$. Ergo semper erit $bl \sqcap e$. Et eodem modo quia $e \sqcap la + lb - f$ seu $ae \sqcap la^2 + alb - af$, fiet $bf \sqcap la^2 + alb - af$. Seu $af + bf \sqcap la^2 + alb$ seu dividendo utrobique per $a + b$, fiet: $f \sqcap [la]$. Seu semper $1B_2B \sqcap 1B_1C$, posito corpus B esse potentius.

Ergo centrum gravitatis semper in eam tendit partem, in quam tendit corpus potentius. 10

Via centri gravitatis $1C_2C$ sic investigabitur: nil refert etsi ponas corpora non in punctis esse, sed in momento concursus valde distare, quia ponendo l esse rationem in qua $a + b$ [()ponendo haec esse distantias a centro gravitatis, seu corporum distantiam [minui]), cum $e + f$ (quae non est corporum distantia sed distantia illa, addita distantia novissima) aequari debet, idem manebit calculus[,] quia sublati aliis in conclusione fit 15

2 ante concursum erg. L 3f. celeritas B (1) $\sqcap f$. Distantia ejus a $2B$ $1B_2B$ sit (a); a erit e (b) et alterius distantia 1 (2) seu $1B_2B \sqcap f$. (a) $fb \sqcap$ (b) $bf \sqcap ae$. (aa) Ergo e (bb) Et L 4–6 $e + f \sqcap la + lb$.

| (Quaeritur an $f \sqcap bl$ erg. u. gestr. | Est [...] $bf \sqcap bla + lb^2 - be$. (1) $bf \sqcap$ (2) | Ergo streicht Hrsg. |

substituendo in determinatione $bf \sqcap a$ erg. | (3) | Quem [...] erit erg. | $bla + lb^2 - be \sqcap ae$, [...] Ergo (a) si $f \sqcap bl$ (b) semper erit $bl \sqcap e$. (aa) Ergo (bb) Sed quaestio non erat an $f \sqcap bl$, (aaa) seu (bbb) sed an $f \sqcap al$). Quaeritur an $f \sqcap al$. (cc) Et eodem modo | et streicht Hrsg. | quia L 8 lb L ändert Hrsg.

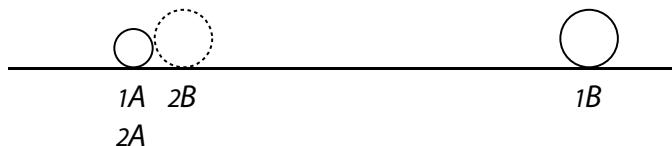
9 semper in (1) eandem (2) eam L 10–S. 500.4 potentius. | (1) Ut alia ejusmodi theorematum investigemus in determinatione $lfb \sqcap lae$ tollamus lb . Quaerendo valorem ipsius lb per aequationem fiet $lb \sqcap e + f - la$, et $lbf \sqcap ef + f^2 - laf$ ergo $ef + f^2 - laf \sqcap ael$, seu $ef + f^2 \sqcap ael + laf$. Ergo $f \sqcap al$. Nihil ergo hinc novi. (2) Via centri [...] in qua $a + b$ (a) (fingendo (b) ponendo haec esse distantias a centro gravitatis, (aa) minu (bb) seu corporum distantiam | minuitur ändert Hrsg. |), cum [...] manebit calculus (aaa) fitque (bbb) quia sublati [...] est notabile. erg. | (1) Si (2) Hinc si L

$f \sqcap lb$, idque adhuc multo magis, quia l ponitur minuere. Elegans in hoc usus signorum, cum enim aliud nobis significet l , hic ejus significationem mutando retento calculo intentum concludimus[,] quod est notabile.

Hinc si verum est centrum gravitatis in easdem semper partes tendere, necesse est per concursum alternari fortitudines, id est corpus quod erat fortius fieri debilius et contra, id est fortioris celeritatem minui (nam moles minui non potest), debilioris augeri.

Calculavimus ante tantum in eo casu, quo corpora sibi occurrant, quod si in easdem tendant partes, utique manifestissimum est, centrum gravitatis ire cum utroque ergo et cum fortiore. Concursu autem facto si adhuc in easdem partes tendant utique tendit adhuc cum fortiore, si vero post concursum in diversas tendant partes, tunc nihilominus semper tendet in partem illam in quam tendit corpus excipiens, quia corpus excipiens semper tendit in easdem partes (nihil enim repellit) et centrum gravitatis etiam. Ergo post concursum si corpora in diversas eant partes erit corpus excipiens fortius, positis quae dixi de gravitatis centro in easdem semper partes eunte.

Hoc sine calculo patet, quia $bf \sqcap ae$ seu $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e}{f}$ seu $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f}{e}$ seu $\frac{1B1C}{1A1C} \sqcap \frac{1B2B}{1A2A}$.
[149 v°]



[Fig. 2]

$+e + f \sqcap i + m. e - i \sqcap m - f$ et $\frac{a}{b} \sqcap \frac{m-f}{e-i}$. Ergo $ai \sqcap ae + af - am$ et rursus $ae + bf \sqcap ai + bm$ seu $ai \sqcap ae + bf - bm$. Ergo $\boxed{ae} + af - am \sqcap \boxed{ae} + bf - bm$. Ergo $\overline{a-b} f \sqcap \overline{a-b} m$. Ergo

4 gravitatis (1) eadem semper | recta streicht Hrsg. | unifor (2) in easdem semper partes L
6 contra, id est (1) mi (2) celerioris certitudinem (3) minui fortioris augeri (4) fortioris L 6f. augeri.
(1) Si ambo (2) Calculavimus L 8 gravitatis (1) tendere (2) ire L 10 partes, (1) quoniam (2) tunc si id quod (a) incurrit (b) ictum exceptit | est streicht Hrsg. | fortius, utique patet
(3) tunc L 13 erit (1) centrum gravi (2) corpus L 15 $bf \sqcap ae$ (1). Ergo $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e}{f}$ (2) seu
 $\frac{b}{a} \sqcap \frac{e}{f} L$ 15-17 $\frac{1B2B}{1A2A}$. (1) Hinc duobus corporibus (a) corpo (b) concurrentibus semper centrum
gravitatis sequitur alteru (2) [149 v°] $+e + f \sqcap i + m. L$

1 $f \sqcap lb$: Aus den Prämissen lässt sich nur die Ungleichung $f \sqcap la$ folgern, nicht aber $f \sqcap lb$. Es handelt sich wohl um eine Auswirkung des Fehlers auf S. 499.8.

$m \sqcap \frac{a-b}{a-b} f$. Ergo fiet vel $f \sqcap m$, quod excepto uno casu absurdum, cum scilicet vires reciprocae, vel fiet $a \sqcap b$. Aliis casibus semper necesse est ut si corpora occurrunt, unum sequatur alterum. Faciamus ergo $e + f \sqcap i \neq m$. Ponamus primum $e + f \sqcap i = m$. Fiet $m + f \sqcap i = e$. Ergo $e - i \sqcap -f = m$. Ergo $\frac{a}{b} \sqcap \frac{f-m}{f+m}$. Ergo $af + am \sqcap bf - bm$. Ergo $\frac{bf - af}{a+b} \sqcap m$. seu $m \sqcap \frac{b-a}{a+b} f$. Ergo in casu occursus si i sit major m debet esse b major 5 a . $e + f \sqcap i = m$. Ergo $ea + eb + fa \boxed{+fb} \sqcap ia + ib \boxed{+fb} - af$. $i \sqcap e + \frac{2af}{a+b}$. Semper autem si non reflectuntur, sed in eandem partem tendunt, ejus in cuius partem tenditur celeritas major. Ergo si corpus b majus, tunc semper occursu facto prosequetur suum motum, et alterum repelletur, quacunque celeritate feratur. Sed in eo videtur latere absurditas, nam corpus majus repelletur a minore, si modo reciproca sit celeritas, ergo multo magis 10 si major sit celeritas, contra id quod dicimus, ergo non videtur tuto dici, quod eadem post ictum servetur distantia. Si i major m , b majus a . Ergo si i minus m , b non est major.

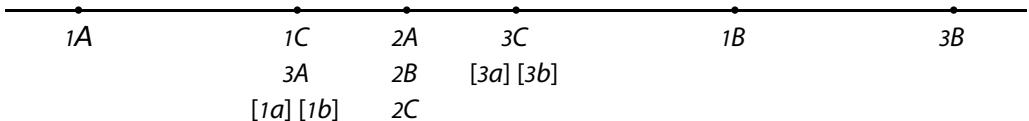
Secundum compositionem motuum meam haec prodibit regula constructionis.

3 *Neben $e + f \sqcap i \neq m$, in tlw. Überschneidung mit [Fig. 3]: $i^{[a]}$ et m non sunt aequales*

[a] i (1) + m (2) et m non L

1 $\frac{a+b}{a-b} f$ (1) seu m ad f ut $a+b$ ut $a-b$. Ergo | i streicht Hrsg. | (2). Rursus $bm \sqcap be \boxed{+bf} - bi \sqcap ae \boxed{+bf} - ai$ (3) rursus (4). Ergo (a) fieret (b) fiet L 2 corpora (1) concurrent (2) occurunt, L 3 $\neq i \neq m$. (1) Ergo (2) Ponamus L 5 in casu occursus erg. L 6 $e + f \sqcap i = m$. Ergo erg. L 6 $\frac{2af}{a+b}$. (1) Eodem jure si (2) Rursus videtur esse absurdum (3) Semper L 8 majus, (1) etiam (2) non (3) tunc semper (a) pro (b) occursu L 12 servetur (1) celeritas (2) distantia L 14-S. 502.1 constructionis. (1) Datis locis corporum in eadem recta uniformiter motorum, sub (2) Datis locis corpor (3) Si L

6 $ea + eb + fa \boxed{+fb} \sqcap ia + ib \boxed{+fb} - af$: Die rechte Seite heißt eigentlich $ia + ib + fa - fb$. Daher sollte rechts und links der Term $+fa$ getilgt werden, nicht fb . Der Fehler wirkt sich auf die folgende Ableitung aus. 6 $i \sqcap e + \frac{2af}{a+b}$: Der Nenner heißt eigentlich $2bf$.



[Fig. 3]

A, B ACB $2A, 2B$
 Si corporum in eadem recta uniformiter motorum dentur loca praesentia, et ante da-
 $1A, 1B$ $3A, 3B$
 tum tempus praeterita; invenientur loca eorum post aequale dato tempus futura hoc mo-
 $3C$ $2C$
 do. Centrum eorum gravitatis futurum, tantum aberit a praesente in contrariam partem
 $1C$ $3C$
 in eadem recta, quantum praeteritum. Ab hoc centro gravitatis futuro hoc modo invento,
 5 seu $3A_3C \sqcap 1A_1C$
 sumatur in partem dextram distantia corporis dextri a centro gravitatis praeterito, et in
 $3B_3C \sqcap 1B_1C$
 partem sinistram distantia corporis sinistri ab eodem. Puncta hoc modo inventa erunt
 loca futura quaeas[.] illud corporis dextri hoc sinistri.

In literis ${}_1C_2C \sqcap {}_2C_3C$ et ${}_1C_3C \sqcap {}_1C_2C + {}_2C_3C$.
 ${}_3A_3C \sqcap {}_1A_1C$. ${}_3B_3C \sqcap {}_1B_1C$.

Haec regula vera est, etiam nullo existente concursu.

Haec regula intelligi debet de eo casu, quo corpora si concurrunt perfecte dura aut
Elastica sunt. Sed si non sint, tunc ${}_3A_3C \sqcap \frac{m}{n} {}_1A_1C$ et ${}_3B_3C \sqcap \frac{m}{n} {}_1B_1C$, exprimetque $\frac{m}{n}$
rationem, qua minor est vis resilitiois a natura materiae, quam posita perfecta duritie
aut restitutione esse deberet. Porro facile demonstratur regula nostra, quia eadem est

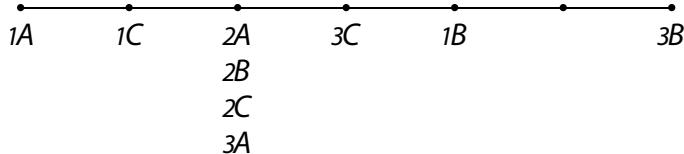
2f. modo. (1) Cum via c (2) Sumatur a (3) Sumatur | in eadem recta *erg.* | punctum quod a centro gravitatis praesenti aequae | absit *streicht Hrsg.* | ac centrum gravitatis procedens hinc (4) Centrum *L* sumatur in partem (1) dextram dis (2) dextram distantia (a) centri (b) corporis *L* 10f. concursu. (1) Ponamus jam exemplum (2) Haec *L* 12 sint, (1) ita cu (2) tunc *L* 13 perfecta (1) soliditate esse deberet (2) duritie *L* 14 deberet. (1) Applicemus regulam nostram uni casui. (2) Porro *L*

[Fig. 3]: In Leibnizens Zeichnung fallen die Punkte $3a$ und $3b$, entgegen der Definition im Text, mit $3C$ zusammen; die Punkte $1a$ und $1b$ befinden sich in der Umgebung von $1B$. Die Positionen dieser Punkte ändert Hrsg. 5–7 in partem [...] sinistri: Leibniz weicht hier in der Benennung des rechten und linken Körpers sowohl von der Zeichnung als auch von den nachfolgenden Angaben im Text ab.

via navi et centri gravitatis, in navi feruntur corpora celeritate $1A_1C$, $1B_1C$, et posita perfecta duritie vel restitutione, eadem celeritate redeuntur, portantur autem et cum navi, intelligentur ergo transferri ex $2B$ in $3C$ cum navi, et praeterea peculiari motu aut $2C$
 2A
 progredi aut regredi intelligentur. Sed quia hoc modo pro punctis sumuntur corpora, ideo et ponendo $2C$ differre a $2A$ et a $2B$ eaque differre inter se, tunc regula haec erit: in partes oppositas a $3C$, sumatur $2A_3a$, item $2B_3b \sqcap 2C_1C$ et a sinistro ipsius $3b$ sumatur $3b_3B \sqcap 1B_1b$ (posito $1b$ locum in quo esset B , si corpora celeritatibus reciprocis concurrerent) et in dextrum $3a_3A \sqcap 1A_1a$ (posito eodem de $1a$) et habebuntur $3B$, $3A$, sed nota videntur destrui illa exigua $1C_1a$, $1C_1b$, $3a_3C$, $3b_3C$, ideo regula initio assignata subsistet.

[148 r°] Applicemus exemplo. Sit corpus A triplum ipsius B , celeritates vero sint 10 aequales.

$1A_1C \sqcap 1$, $1C_1B \sqcap 3$, $1C_2C \sqcap 1 \sqcap 2C_3C$. $3C_3A \sqcap 1C_1A$, $3C_3B \sqcap 1C_1B$.



[Fig. 4]

Sed ita perditur potentia:

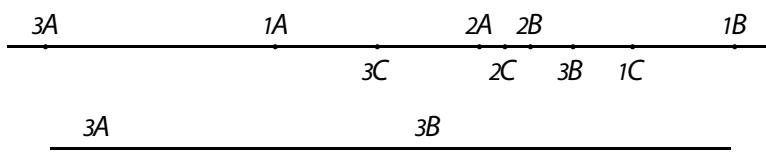
Nam corpus $A \sqcap 3$, corpus $B \sqcap 1$. Celeritas eorum aequalis sit 2. Erit corporis A potentia 6, corporis B potentia 2, ante concursum summa 8. Post concursum corporis A potentia erit 0, quia non movetur, corporis B celeritas est dupla prioris nempe 4, ergo potentia ejus erit 4. Ergo in summa potentia erit 4, cum debeat esse 8. Ergo regula nostra per compositiones[,] quae Hugenianae coincideret, utique mutanda est et

2 redeuntur, (1) adde (2) portantur L 3 in (1) $3B$ (2) $3C$ L 3 peculiari L ändert Hrsg.
 4 modo (1) ut (2) pro L 5 tunc (1) sumemus (2) regula L 6 $3C$, sumatur (1) $2A_3A$
 (2) $2A_3a$ L 6 et a (1) dextro ip (2) sinistro L 6 $3b$ | sumatur streicht Hrsg. | sumatur L
 14 Nam (1) fiet (2) corpus L 14 $B \sqcap 1$. (1) Potentia (2) Celeritas L 17 esse 8. (1) Vidi
 (2) Videtur (3) Ergo L 18 nostra (1) quae (2) per L

18 quae Hugenianae coincideret: C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, JS (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (HO XVI, S. 179–181), bes. §4. Vgl. auch Leibnizens kommentierte Auszüge von März–Mai 1677 (N. 421).

per compositiones quidem indaganda est directio et proportio celeritatum, sed quantitas absoluta sumenda est talis ut sit eadem quae ante potentia. Itaque movebitur B , hoc casu celeritate ut 8. Si secus, tunc videtur via excogitari posse ope ejusmodi compositio-
5 num efficiendi perennem motum. Verum tunc non id obtinemus, ut eadem via incedat centrum gravitatis, neque etiam ut eadem semper sit corporum distantia. Ergo rursus in difficultates revoluti sumus. Nimirum si ponamus corpus aliquod ferri in navi celeritate aliqua, et navim ferri aequali contraria, perinde est ac si corpus istud nullam haberet potentiam.

[148 v°] Ex his duobus quod centrum gravitatis in eadem procedit recta et quod
10 eadem manet semper distantia determinantur omnia.



[Fig. 5]

Datur punctum $3C$, datur et $\frac{3B}{3A} \cap \frac{y}{x} \cap \frac{a}{b}$, datur et $y + x \cap e + f$. Ergo $y \cap e + f - x \cap \frac{a}{b}x$. $e + f \cap d$, $a + b \cap s$. Ergo $\frac{be + bf}{a + b} \cap x$. Et $\frac{ae + af}{a + b}x \cap y$. Seu $x \cap \frac{bd}{s}$, $y \cap \frac{ad}{s}$. $a + b \cap s$. $y + x \cap d$. $\frac{y}{x} \cap \frac{s-b}{b} \cap \frac{a}{s-a}$. Ergo $\frac{y+x \cap d}{x} \cap \frac{s-b+b}{b}$. Ergo $\frac{x}{d} \cap \frac{b}{s}$. Ita res demonstratur lineariter.

3 ut 8. (1) Hinc via videtur excogitari posse, (2) Si $L \quad 11 \cap \frac{a}{b} erg. L \quad 12 \cap e + f \cap d, a + b \cap s$.
erg. $L \quad 12 \cap y$. (1) Ergo ambo reperent (2) | Si streicht Hrsg. | (3) Seu L

54. DE MOTU CENTRI POTENTIAE SI CORPUS UNUM IN ALIUD QUIESCENS INCURRIT

[Ende Juni 1677 – Januar 1678]

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 140–141, 148–149. Zwei Bögen 4°; Bl. 148 ist halbiert; Wasserzeichenfragment im Falz von Bl. 148–149; Ränder ausgefranst; Papiererhaltungsmaßnahmen. Ein Diagramm ([Fig. 1]) im oberen Bereich von [149 r°] und vier Seiten auf Bl. 140–141; Bl. 148–149 überliefert auch N. 53.

5

- E (tlw.) FICHANT 1994, S. 394.

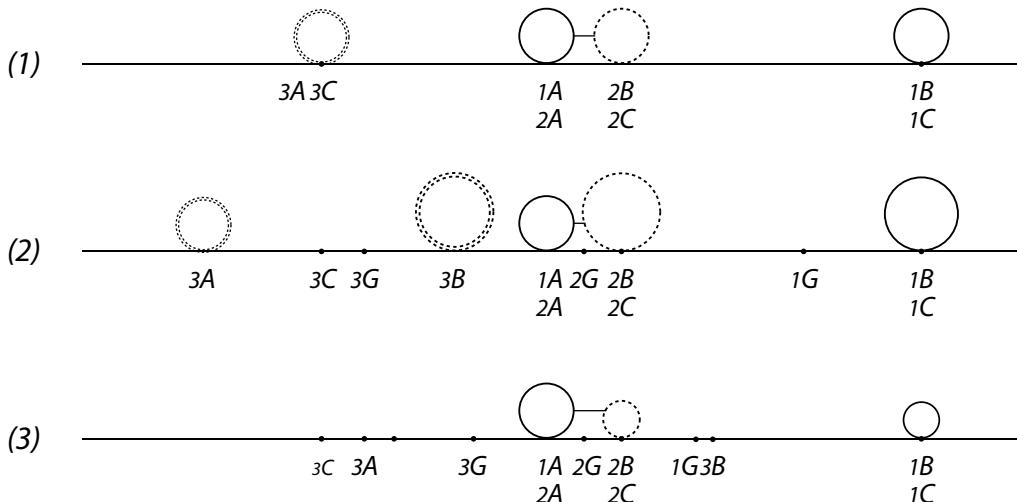
Datierungsgründe: Im vorliegenden Konzept geht Leibniz, wie bereits in N. 44, N. 46 und N. 52, von der These der gleichförmigen Bewegung des *centrum potentiae* zweier Körper beim Stoß aus. Aus ihr heraus möchte Leibniz die drei möglichen Fälle des Stoßes eines Körpers auf einen zweiten ruhenden bestimmen. Jedoch erweist sich nach einer eingehenden Fallanalyse die These selbst als nicht haltbar 10 („Casus 3. ostendit generalitatem principii nostri esse impossibilem“, S. 507.18–21) und Leibniz sieht sich zur Aufgabe der angeblichen Gesetzmäßigkeit gezwungen. Im Anschluss daran untersucht er die These der gleichförmigen Bewegung des Schwerpunkts (*centrum gravitatis*) und findet sie in allen drei Fällen bestätigt. Daraufhin bespricht er in einer „Nota“ (S. 510.12–23) die Übereinstimmung der letzteren Gesetzmäßigkeit mit seinem Ansatz, die Stoßphänomene anhand der Schiffsmethode und des Relativitäts- 15 prinzips (das er außerdem auf S. 514.10–515.8 formuliert) zu analysieren. Leibniz hatte die Schiffsanalogie zur Analyse des Stoßes in N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677 eingeführt, das damit einen Terminus post quem für die Entstehung von N. 54 abgibt. Auch muss das Konzept nach den obengenannten Stücken, die sich auf die hier für ungültig erklärte These der gleichförmigen Bewegung des *centrum potentiae* stützten, entstanden sein; darunter ist N. 52, dessen Entstehung nach N. 48 unabhängig festgestellt werden kann 20 (siehe die Datierungsgründe).

Als Terminus ante quem darf *De corporum concursu, Scheda octava* von Januar 1678 (N. 58¹⁰) gelten. Denn Leibniz sieht in N. 54, wie bereits in N. 53, das Hauptproblem seiner Methode und der daraus fließenden (und aus heutiger Sicht grundsätzlich richtigen) Stoßregel darin, dass sie die Erhaltung der gesamten *potentia* der Körper wider Erwarten nicht gewährleistet (S. 512.1–513.2). Der Grund dafür ist, 25 dass er unter *potentia* die skalare Größe *mv* versteht, die im Gegensatz zum (vektoriellen) Impuls beim Stoß nicht erhalten wird. In der *Scheda octava* wird Leibniz eine „reformatio“ der Stoßlehre vollziehen, die Erhaltungssätze für den Impuls und für die dort erstmals als *mv*² gemessene *vis* umfasst, wodurch die in N. 54 (und N. 53) geäußerten Bedenken über die Nichthalting der Bewegungsgröße sich als gegenstandslos erweisen. Die quadratische Gleichung der Passage auf S. 513.5–8, (die auch in N. 44 30 und N. 47 ausführlich berechnet worden war), kann dabei als Vorgängerin der „aequatio infallibilis“ der *Scheda octava* (S. 637.5) angesehen werden.

Die thematischen und inhaltlichen Übereinstimmungen zwischen N. 54 und N. 53 legen die Annahme einer etwa gleichzeitigen Entstehung beider Stücke nahe, welche durch folgenden Umstand bestätigt und präzisiert wird. Die Stoßanalyse anhand der Bewegung des *centrum potentiae* (und später 35 der Schwerpunkts) zu Beginn von N. 54 gliedert sich in die Besprechungen dreier Stoßfälle, die Leibniz allerdings nirgends ausdrücklich formuliert oder beschreibt. Er muss sich dabei an der dreiteiligen Figur [Fig. 1] orientiert haben, die alle Eigenschaften der drei Fälle abbildet und dem Text von N. 54 genau

entspricht. Die Zeichnung befindet sich allerdings nicht auf demselben Träger wie der Text von N. 54, sondern auf einem anderen Bogen, der hauptsächlich N. 53 überliefert, im oberen Bereich von Bl. 149 r°. Die Lage der Figur lässt den Schluss zu, dass Leibniz nach Anfertigung von N. 53 sie am frei gebliebenen Rand von Bl. 149 r° zeichnete und anschließend zur Auffassung von N. 54 ansetzte.

5 [149 r°]



[Fig. 1]

[140 r°] Casus 1. demonstratur: nam centrum potentiae non potest esse celerius corpore versus cuius partem tendit, nec tardius corpore quod ipsum sequitur; alioqui durante diu motu illud praecurreret aut ab hoc praecurreretur, nec proinde esset in medio. Ergo cum motus centri potentiae in casu praecedenti idem fuerit cum motu corporis *B*, usque ad concursum, non potest post concursum celeritas illa dividi in duo corpora *A* et *B*, nam pars quam acciperet *A*, foret minor toto, ergo minor celeritate centri gravitatis quod est absurdum. Nam *A* est corpus quod *C* praecedit seu in cuius partem *C* tendit. Ergo necesse est *C* totam accipiat celeritatem. Q. E. D.

6 potentiae (1) necessario (2) non *L* 7 corpore (1) quod (2) versus *L* 12 Nam | ita gestr. |
A L

[Fig. 1]: Leibniz hat im Fall (3) die Punktbezeichnung $3C$ nachträglich gestrichen sowie den Punkt $3B$, der zunächst mit $1G$ zusammenfiel, nachträglich verlegt.

In casu 2^{do} ubi corpus majus incurrit in minor quiescens, necessario et minus et majus procedit. Nam quia C procedit ex $2C$ in $3C$, necessario et $3A$ minimum procedet tantundem, sed si $3A$ tantum procederet tantundem, et B quiesceret seu $3B$ coincideret $2B$ [,] tunc minor esset potentia quam ante, ergo necesse esset $3B$ procedere (nam non regreditur, quia cum aequale non repellatur[.] ex praecedenti casu[,] multo minus majus). Hinc patet etiam $3C$ et $3A$ non coincidere, quia ambo progrediuntur. Tantum superest ut determinemus rectas: $2A_3A$, et $2B_3B$.

Est autem: $2A_3A \sim \boxed{A} + 2B_3B \sim \boxed{B} \sqcap$ datae potentiae, p .

$$\text{Et } \frac{3B_3C}{3A_3C} \sqcap \frac{2A_3A \sim \boxed{A}}{2B_3B \sim \boxed{B}}.$$

$$2C_3C \sqcap 2C_2B + 2B_3B + 3B_3C.$$

10

$$(\sqcap) \quad 2C_2A + 2A_3A - 3A_3C.$$

Ergo pro quatror incognitis nempe $2A_3A$, $2B_3B$, $[3]B_3C$, $3A_3C$, habemus 4 aequationes quod sufficit, et fiet

$$\begin{aligned} 2C_2A & \quad \boxed{-2C_2B} \quad \sqcap \quad \boxed{-2B_3B} \quad \boxed{+3B_3C \sqcap} \quad 2C_3C & \quad \boxed{-2C_2B} \quad \boxed{-2B_3B} \\ & \quad \boxed{-2A_3A} \quad \boxed{+3A_3C \sqcap} \quad \frac{2B_3B}{2A_3A} \sim \frac{\boxed{B}}{\boxed{A}} \quad \boxed{3B_3C} & = \overline{2C_3C - 2C_2B - 2B_3B} & 15 \\ & \quad \boxed{\sqcap} \quad \boxed{p - 2B_3B} \quad \boxed{B} \\ & \quad \boxed{A} \end{aligned}$$

Habetur ergo valor ipsius $2B_3B$.

Casus 3. ostendit generalitatem principii nostri esse impossibilem. Nam cum necesse sit A majus ex $2A$ ire trans $3C$ in $3A$, patet ipsum tantum et plus conficere itineris quam antea parvum corpus B , quod est absurdum, ita enim augetur potentia, ac proinde aliquid 20 in ratiocinatione nostra corrigi debere manifestum est.

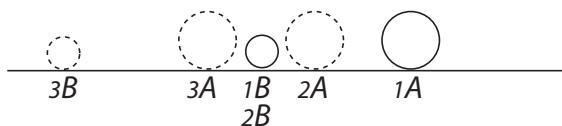


[Fig. 2]

1 2^{do} (1) necessario (2) ubi L 3 procederet tantundem, (1) tunc $2C$ et (2) et B L 5 ex praecedenti casu erg. L 12 $2B_3C$ L ändert Hrsg. 19 majus erg. L 19 plus (1) iter (2) conficere L

[Fig. 2]: Eine unvollständige Vorstufe zum Diagramm streicht Hrsg.

Alia utamur ratiocinatione: videtur si duae causae sint indiscernibiles ex aliquo situ seu corpore perfecte spectatae, esse effectus etiam indiscernibiles ex eodem corpore spectat[os]. Itaque si oculus sit in corpore moto, et ad aliud corpus motum vel quiescens accedente, videtur esse eadem apparentia effectus quae foret si illud corpus in quo est oculus plane quiesceret, totus autem appropinquationis motus esset in altero. Eadem ergo debet esse apparentia, si corpus in quo oculus quiesceret, et si celeritas appropinquandi inter corpora in reciproca ponderum ratione divelleretur. At in hoc casu apparentia erit, quod recedant eadem qua venere celeritate, seu quod apparens celeritas separationis eadem sit quae apparens celeritas appropinquationis. Ergo et si unum quiescat, et proinde semper; eadem erit celeritas separationis, quae appropinquationis, quocunque motu corpora moveantur.



[Fig. 3]

Hoc posito sumamus casum quo corpus magnum incidit in corpus parvum quiescens. Erit ${}_3A_3B \sqcap {}_1A_1B$, et ${}_2A_3A \sim (\overline{A}) + {}_2B_3B \sim (\overline{B}) \sqcap {}_1A_2A \sim (\overline{A}) + {}_1B_2B \sim (\overline{B})$. Seu $\frac{-{}_2A_3A + {}_1A_2A}{-{}_2A_2B + {}_2B_3B} \sqcap \frac{(\overline{B})}{(\overline{A})}$. Jam ${}_3A_3B \sqcap {}_2A_2B + {}_2B_3B - {}_2A_3A \sqcap {}_1A_1B$. Ergo ${}_2B_3B - {}_2A_3A \sqcap {}_1A_1B - {}_1B_2B + {}_2B_3B$. Ergo ${}_2A_2B$. Ergo ${}_2A_3A \sqcap {}_2B_3B + {}_2A_2B - {}_1A_1B$ et rursus ${}_2A_3A \sqcap {}_1A_2A + \frac{{}_1B_2B - {}_2B_3B}{(\overline{A})}$. Ergo aequando 2 valores ${}_2B_3B \sim (\overline{A}) + {}_2A_2B(\overline{A}) - {}_1A_1B(\overline{A}) \sqcap {}_1A_2A(\overline{A}) + {}_1B_2B(\overline{B}) - {}_2B_3B(\overline{B})$.

Ergo ${}_2B_3B \sqcap \frac{{}_1A_2A(\overline{A}) + {}_1B_2B(\overline{B}) - {}_2A_2B(\overline{A}) + {}_1A_1B(\overline{A})}{A + B} \frac{(\overline{B})}{2B_3B}$. Si jam B quieverit et negligatur

2 perfecte erg. L 3 spectatae L ändert Hrsg. 4 videtur (1) idem (2) esse L 5 altero.
(1) Jam (2) Idem (3) Eadem L 5f. ergo | semper gestr. | debet L 8 quod (1) apparentia
(2) apparens celeritas L 10 semper; (1) eadem posita celeritate appropinquationis (2) eadem
erit celeritas (a) appropinq (b) separationis, L 13 (\overline{B}) . | Seu streicht Hrsg. | Seu L 17 Si
(1) corpora intelligentur (2) jam L

17 ${}_2B_3B$: Dieser Term im Nenner muss gestrichen werden.

intervallum $\angle A_2B$, fiet $\angle B_3B$ ad $\angle A_2A$ ut corpus A duplum, ad summam utriusque.

[140 v^o] Si corpus unum incurrat in aliud quiescens erit celeritas quiescente accepta ad celeritatem incurrentis, ut duplum pondus incurrentis ad summam ponderum utriusque. Hinc si corpora sint aequalia, duplum unius aequabitur ambobus, ac proinde et celeritas excipientis permutabitur celeritati incurrentis. 5

Sit jam incurrens duplum excipientis quiescentis, erit celeritas accepta ad celeritatem dantis, ut 4 (duplum incurrentis) ad 3 summam corporum. Ergo in casu 2 figurae, erit $\angle A_3A$ ad $\angle B_2B$ ut 4 ad 3. Sit celeritas incurrentis 3, erit ejus potentia 6, celeritas accipientis 4, potentia 4. Hinc restabit 2 potentia ejus quod incurrerat, ea divisa per corpus 2, dabit 1 celeritatem qua incurrens pergit. Ergo $\angle A_3B \sqcap 3$ ut ante, quia $\angle A_3A \sqcap 4$ 10 et $\angle A_3B (\sqcap \angle B_3B) \sqcap 1$, et 4 – 1 est 3.

Examinemus viam centri Gravitatis G . Secta $\angle A_1B$ in tres partes, erit $\angle B_1G$ una tertia. Ergo via centri gravitatis incursu durante erit 2, rursus via centri gravitatis secunda $\angle G_3G$ est etiam 2. (Pono semper A et B esse ut puncta inaequaliter gravia.) Ergo via illa est eadem. Hinc apparet calculum istum per solam regulam viae centri non fuisse 15 satis determinatum, nam si posuisset corpus B incurrens quievisse, at [4] accepisse duplam prioris celeritatem quia duplo minus, tunc $\angle G$ eodem foret in loco, et proinde non sufficit regula de via centri gravitatis ad rem penitus determinandam. An forte ratio quod aequatio proveniens plures haberet radices.

In tertio casu sit corpus incurrens dimidium excipientis, seu incurrens 1, excipiens 2. 20 Celeritas excipientis erit ad celeritatem incurrentis ut duplum incurrens 2, ad summam corporum 3. Sit ergo spatium $\angle B_1A$ vel $\angle B_2B$, 3. Centrum gravitatis seu punctum G erit ita ut sit $\angle A_1G \sqcap 1$. Cumque distantia corporum debeat esse eadem quae ante, hinc $\angle B$ et $\angle A_1G$ coincident. Nam $\angle A_3A$ est 2, et $\angle A_1G$ est 1, summa 3. Via centri $\angle G_2G$ est 1.

1f. utriusque. [140 v^o] (1)  [Fig. 4] | Sint streicht Hrsg. | corpora duo A (2) Si L 5 excipientibus L ändert Hrsg. 6 quiescentis erg. L 6 erit (1) celeritas (a) accepta ad (b) excepta ad (c) excipientis ad celeritatem danti (2) celeritas L 7 in (1) casu 2 erit (2) ca- 8 su L 8 ad 3. (1) Patebit autem eandem esse potentiam, nam (2) Sit L 8 3, erit (1) potentia accipientis (2) ejus L 9 potentia 4. (1) Erit (2) Restabit (3) Hinc L 9 ea (1) est (2) divisa L 13 gravitatis (1) per incursum (2) incursu L 16 B L ändert Hrsg. 21 Celeritas (1) incurrentis (2) excipientis L 22 $\angle B_2B$, | sit streicht Hrsg. | 3. | Ergo gestr. | Centrum L

10f. Ergo [...] est 3: Leibniz verweist durch einen Verbindungsstrich auf die erneute Besprechung desselben Falls, mit der dazugehörigen [Fig. 5], auf Bl. 141 r^o (S. 511.6).

Cumque ${}_3A_3G$ sit $\frac{1}{3}$ de ${}_3A_3B$, erit etiam 1, ergo ${}_2G_3G$ etiam 1, ergo rursus eadem via centri gravitatis. Quod si corpus parvum quievisset et suam potentiam magno dedisset, tunc ${}_2A_3A$ fuissest $1\frac{1}{2}$ (seu dimidium ${}_1B_2B$), ergo ${}_3A_3G$ (triens de ${}_2A_3A$) fuissest $\frac{1}{2}$, et rursus ${}_2A_3G$ fuissest 1. Seu iterum eadem fuissest via centri gravitatis.

Hinc auguror elegantissima theorematia proditura. Et vera forte manebit propositio de via centri gravitatis; et demonstrabilis a posteriori ex natura corporum liberorum. Cum enim semper natura in summa lucretur, necesse est, ut libere concurrentibus corporibus aliis ascendentibus aliis descendenteribus in eodem liquore, eorum tamen centrum gravitatis vel ascendat vel descendat, vel idem maneat, quando omnia aequalia. Utile erit postea tabulas motuum calculari, et concursuum, ex quibus elegantes poterunt duci observationes per inductionem.

Nota

(Corpora mollia (seu post concursum cohaerentia,) procedunt eadem celeritate quae est centri gravitatis post concursum. Eadem procedunt via navis sola. Ergo via[,] celeritas et directio centri gravitatis corporum mollium post concursum, eadem est cum via (id est directione et celeritate) post concursum. At eadem est via navis ante et post concursum. Ergo eadem est via centri gravitatis corporum mollium post concursum, quae est via navis ante concursum seu universaliter loquendo quae est via navis. Ponendo jam viam centri gravitatis semper manere eandem sequitur in corporibus mollibus eam esse viam centri gravitatis quae est via navis. Jam ante concursum eadem est via centri gravitatis durorum quae mollium. Ergo ante concursum tam in mollibus quam in duris eadem est via centri gravitatis et navis. Ergo et post concursum, quia utrobique tam via navis, ut patet, tam via centri uniformis.[]])

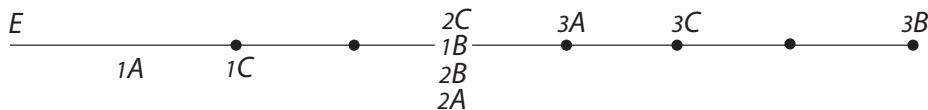
[141 r°] Triplici via demonstrari poterunt axiomata mea, una Metaphysica, ex eo quia nulla ratio est, cur una apparentia alteri praferatur, ergo unicuique satisfaciendum

19f. Neben centri gravitatis, ohne erkennbaren Bezug: vulgari

2 suam (1) celeritatem (2) potentiam L 4 centri erg. L 5 proditura. (1) Item (2) Et L
 10 ex erg. L 13 (Corpora (1) duo quae p (2) mollia L 14 concursum. (1) Posito ergo centri
 15 gravitatis eandem esse viam et celeritatem ante et post concursum (2) Eadem L 14f. Ergo (1) via
 (2) via celeritas et directio L 20f. gravitatis (1) mollium (2) durorum L 25 quia (1) corpora
 per (2) nulla L

est, cum ergo secundum unam apparentiam sive suppositionem (dato motu ponderibus reciproco,) fiat, ut corpora aequaliter recedant qua celeritate accessere, ideo idem et de caeteris dicendum. Alia demonstratio ex natura centri gravitatis quod semper aequaliter procedit, alia demonstratio ex natura ictus, sed videndum ibi. Quod metaphysicos dici potest semper verum esse motum esse reciprocum ponderibus.

5



[Fig. 5]

Secundum Hugenium in hoc casu ${}_1A{}_1C \sqcap 1$. ${}_1C{}_1B \sqcap 2$. ${}_1CE \sqcap 2$.
 ${}_1CE \sqcap {}_1C \left\{ \begin{array}{l} {}_2A \\ {}_2B \end{array} \right.$. $E{}_1A \sqcap {}_2A{}_3A$. $E{}_1B \sqcap {}_2B{}_3B$.
Ergo ${}_1AE \sqcap 1$. Ergo ${}_2A{}_3A \sqcap 1$. $E{}_1B \sqcap 4$. Ergo ${}_2B{}_3B \sqcap 4$. Est autem ${}_3A{}_2C \sqcap 1$. ${}_3B{}_2C \sqcap [4]$. Ergo ${}_2C[{}_3C] \sqcap 2$ sed ${}_1C{}_2C$ etiam $\sqcap 2$. Ergo eadem via centri gravitatis manet apud Hugenium.

10

Etiam ${}_1A{}_1B \sqcap {}_3A{}_3B$. Nam ${}_1A{}_1B \sqcap 3$, et ${}_3A{}_3B \sqcap 3$.

In hoc ergo principio distantiae ejusdem, et viae centri consentit nobiscum sed non servat eandem potentiam, nam: posito corpus A esse 2, et corpus B esse 1, celeritas ipsius A seu ${}_1A{}_2A$ est 3, celeritas ipsius B est 0. Ergo potentia est 6 ante concursum. Sed post concursum ipsius A celeritas ${}_2A{}_3A$ est 1, adeoque ejus potentia est 2, ipsius vero 15 B celeritas est 4, magnitudo 1. Ergo potentia 4. Fit ergo potentia, 6. Hoc ergo casu non differt calculus Hugenii a nostro.

1f. sive [...] reciproco,) erg. L 3 dicendum. (1) Idem (2) Alia L 8 ${}_2B{}_3B \sqcap 4$. (1) Fitque (2) Est L 8–10 Est [...] Hugenium erg. L 9 2 L ändert Hrsg. 9 Ergo | ${}_2C{}_3A$ ändert Hrsg. | $\sqcap 2$ (1) ergo (2) sed L 9 manet erg. L 11 ${}_3A{}_3B$. | Nam streicht Hrsg. | Nam L 12 centri (1) manet eadem ipsi (2) consentit L 13 nam: (1) potentia (2) posito L 14 seu ${}_1A{}_2A$ erg. L 15 post concursum (1) potentia (2) ipsius A celeritas (a) est (b) ${}_2A{}_3A$ L 17 differt (1) casus (2) calculus L

6 Secundum [...] casu: Es handelt sich um den zehnten und letzten Fall in Huygens' Diagramm in „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, JS (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (HO XVI, S. 179–181). Siehe Leibnizens kommentierte Auszüge (N. 421) sowie die Zusammenfassung der zehn Fälle (N. 422) von März–Mai 1677.

${}_1A{}_1C \sqcap bl$. ${}_1B{}_1C \sqcap al$. ${}_1A{}_2A \sqcap bl + al$. ${}_1C{}_2C \sqcap {}_1B{}_1C \sqcap al \sqcap {}_1C{}_1E \sqcap {}_2C{}_3C$.

Ergo $E {}_1A \sqcap {}_1C{}_1E - {}_1C{}_1A \sqcap al - bl \sqcap {}_2A{}_3A$. $E {}_1B \sqcap$ bis ${}_1C{}_2C \sqcap 2al$.

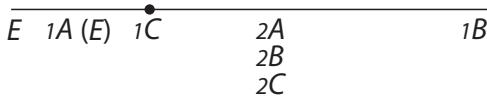
${}_1A{}_3A \sqcap [{}_1A{}_1C] + {}_1C{}_3C [{}_{-3}C{}_3A] \sqcap 2al$ et ${}_2A{}_3A \sqcap {}_1A{}_2A - {}_1A{}_3A \sqcap bl \dagger al$. ${}_2B{}_3B \sqcap 2al$.

Potentia ante concussum erat $abl + a^2l$. Potentia post concussum: $\underbrace{a^2l - abl + 2abl}_{a^2l + abl}$, manet

- 5 ergo potentia eadem quae ante, hoc casu. Igitur in casu quietis alterius corporis semper convenimus.



[Fig. 6]



[Fig. 7]

Sit celeritas corporum qua concurrunt eadem, magnitudo vero inaequalis, ${}_1A{}_1C \sqcap bl$,

${}_1B{}_1C \sqcap al$. Celeritas tam unius quam alterius $\frac{al + bl}{2} \sqcap [{}_{1A}{}_2A {}_{1B}{}_2B]$. ${}_1C{}_2C \sqcap {}_1A{}_2A - {}_1A{}_1C \sqcap$

$\frac{al + bl}{2} - bl \sqcap \frac{al - bl}{2}$. Ponamus autem corpus A esse majus. Ergo et ${}_1CE \sqcap \frac{al - bl}{2}$. Ergo

10 ${}_1C{}_1A \sqcap {}_1CE \dagger E {}_1A$. Ergo $E {}_1A \sqcap \frac{\dagger {}_1C{}_1A}{\dagger bl} \frac{\dagger {}_1CE}{\dagger al + bl} \sqcap \frac{3bl}{2} + \frac{al}{2}$. Et $EB \sqcap \frac{al - bl}{2} + al \sqcap \frac{3al - bl}{2}$.

1-S. 513.2 ${}_1A{}_1C \sqcap bl$. [...] manet. erg. L 3 ${}_1A{}_3A$ [...] ${}_3B \sqcap 2al$. erg. L 8 Celeritas (1) utriusque

(2) tam L 8 ${}_1B{}_2B$ ändert Hrsg. 9 majus. (1) Porro (2) Ergo L 10 $\dagger E {}_1A$. (1) (si

inaequalis (a) celeritas (b) via erit unius: $al + bl \sim el$ alterius $\overline{al + bl} \sim f$ (2) Ergo L 10 $\dagger \frac{3bl}{2} + \frac{al}{2}$.
(1) Ergo $ab + bl \sqcap el + fl$ (2) Et L

1-S. 513.4 ${}_1A{}_1C \sqcap bl$. [...] $A \sqcap B$: Leibniz hat durch einen Strich, der zugleich als Einfügszeichen dient, die ursprüngliche Fortsetzung der Passage (S. 513.3–4) von den nachträglich ergänzten Fallbesprechungen (S. 512.1–513.2) abgetrennt.

Potentia ante concursum: $\frac{a^2l + abl}{2} + \frac{abl + b^2l}{2} \sqcap l \frac{a^2 + b^2 + [2ab]}{2}$, postea: $\frac{3bal - b^2l}{2} +$

$\frac{a^2l - 3bal}{2}$ (posito $a \sqcap 3b$) quae non consentit priori $\langle - \rangle$. Non ergo eadem potentia manet.

Hugenii constructio hunc dabit calculum generalem:

$$\begin{aligned} A_1C \sqcap bl & \quad B_1C \sqcap al & \quad {}_1A_2A \sqcap e & \quad {}_1B_2B \sqcap f & \quad {}_1C_2C \sqcap \frac{ae - bf}{a + b} \text{ si } A \sqcap B. \\ [141 v^o] \quad \frac{+m - f}{+e - i} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\nexists e^2 - i^2} \sqcap \frac{a}{b}. & \text{ Sit } hm + hf \sqcap \frac{(3)}{le + li}. \text{ Multiplicando aequ. 1} \\ \text{per 3 fiet } \frac{hm^2 - hf^2}{le^2 - li^2} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\nexists e^2 - i^2}. & \end{aligned}$$

Si $\nexists \sqcap +$ fiet: $\frac{hm^2 - hf^2}{le^2 - li^2} \sqcap \frac{(+m^2 - f^2)}{\nexists e^2 - i^2}$. Si $\nexists \sqcap +$ erit $hm^2 - hf^2 \sqcap (+)lm^2 - lf^2$ et $hm^2(-)lm^2 \sqcap hf^2 - lf^2$. Seu $\frac{m^2}{f^2} \sqcap \frac{h - l}{h(-)l}$. Ergo si $\nexists \sqcap +$ et f et m inaequales erit $(+) \sqcap -$.

Si $\nexists \sqcap -$ videamus an possit esse $(+) \sqcap +$; fiet: $\frac{hm^2 - hf^2}{le^2 - li^2} \sqcap \frac{+m^2 - f^2}{-e^2 - i^2}$. Ergo: $le^2 -$

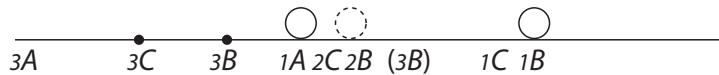
1 2abl L ändert Hrsg. 4 si $A \sqcap B$. erg. L 6f. $\frac{(+m^2 - f^2)}{\nexists e^2 - i^2}$. (1) Sit $\nexists \sqcap +$ erit $hm^2 - hf^2 \sqcap (+)lm^2 - lf^2$. (a) Sit $h \sqcap l$ erit (b) vel $hm^2 + lf^2 \sqcap (+)lm^2 + hf^2$. (aa) Si $l \sqcap h$, erit $+lm^2 \sqcap + \langle - \rangle l$ (bb) Si $h \sqcap l$ erit $hf^2 \sqcap lf^2$. Ergo si ad $hm^2 - hf^2$ addas hf^2 , et ad $(+)lm^2 - lf^2$ addas (aaa) hf^2 (bbb) lf^2 , tunc illi addes majus. (aaaa) Si aut (bbbb) Ergo ex illo aequalium fiet majus (aaaaa) ergo h (bbbbbb) ergo $hm^2(-hf^2 + hf^2) \sqcap (+)lm^2(-lf^2 + lf^2)$. Ergo $h \sqcap (+)l$. (aaaaaa-a) Ergo si (aaaaaa-aa) h est majus quam (bbbbbb-bb) l est majus quam h (aaaaaa-aaa) erit $+ \sqcap -$ (aaaaaa-aaaa). Est autem et $h \sqcap l$. Ergo (bbbbbb-bbb) iterum (bbbbbb-bbb) seu si $m + f \sqcap e + i$ (bbbbbb-b) Unde nihil de signo concludi potest. (aaaaaa-aa) Sin posito $h \sqcap l$, sit (bbbbbb-bb) Resumto $h \sqcap l$, sit (cccccc-cc) Resumta aequatione: $hm^2 - hf^2 \sqcap (+)lm^2 - lf^2$.

(c) seu $hm^2(-)lm^2 \sqcap hf^2 - lf^2$. Ergo $\frac{m^2}{f^2} \sqcap \frac{h - l}{+h(-)l}$. (aa) Ergo si $h \sqcap l$ erit (bb) Ergo si $(+)$ est $+$ sive si $(-)$ est $-$ erit $m \sqcap f$. Ergo si $\nexists \sqcap +$ erit $(+) \sqcap -$ ergo $\frac{m - f}{+e - i} \sqcap \frac{-m^2 - f^2}{+e^2 - i^2}$. Ergo $i \sqcap e$. Ergo si $\nexists \sqcap +$ erit $i \sqcap e$, $f \sqcap m$. Si $\nexists \sqcap -$ erit (cc) et sit (2) Si $\nexists \sqcap +$ fiet: L 9 $\nexists \sqcap -$ (1) fiet (2) videamus L

3 Hugenii [...] generalem: a.a.O., §4, S. 22f. Leibniz bietet in N. 421 und N. 422 eine algebraische Formalisierung von Huygens' Regel.

$li^2 \sqcap -he^2 - hi^2$. Ergo $le^2 + he^2 \sqcap li^2 - hi^2$. Ergo $\frac{e^2}{i^2} \sqcap \frac{l-h}{l+h}$. Quod est absurdum si $h \sqcap l$.

Ergo si $h \sqcap l$, seu si $e+i \sqcap m+f$, et $\nexists \sqcap -$ erit et $(+) \sqcap -$.



[Fig. 8]

Corpus B fertur in quiescens A . Centrum potentiae $1C$ in $1B$. Erit $e \sqcap 0$, et $\frac{a}{b} \sqcap$

$\frac{m-f}{e-i} \sqcap$ hic $\frac{m-f}{-i} \sqcap \frac{f-m}{i}$ (Ergo $f \sqcap m$) et $i \sqcap \frac{b}{a} f - m$. Jam $1B_2C \sqcap c \sqcap f$ seu $1C_2C \sqcap$

5 $1B_2B$.

$3A_2C \sqcap 3A_2A + 2A_2C$. ($2A_2C \sqcap 2A_2B \sqcap 1A_2B$) et rursus $3A_2C \sqcap 3A_3C + 3C_2C$. Ergo

$i \qquad \qquad K$

$i+K \sqcap 3A_3C + f$ seu $\frac{b}{a} f - m + K \sqcap 3A_3C + f$ seu $m \sqcap -\frac{a}{b} f - 3A_3C \frac{a}{b} + f + \frac{a}{b} K$. Rursus $3B_2C \sqcap$

$3B_2B \sqcap 2C_3C - 3C_3B$, vel $3B_3C - 3C_2C$. Ergo $m \sqcap f \neq \frac{3B_3C}{3C_3B} \frac{bm}{ai}$. Est autem $\frac{3A_3C}{3C_3B} \sqcap \frac{bm}{ai}$.

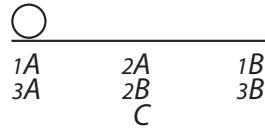
[Text bricht ab.]

10 Via e ripa spectata centri gravitatis corporum e ripa spectatorum, est eadem cum via e ripa spectata centri potentiae corporum in navi spectatorum. Nam via centri gravitatis est eadem cum via navis, ut ostendimus. At centrum potentiae corporum in navi

$1 \frac{l-h}{l+h}$. (1) Ergo lf (2) Ergo si (a) $l \sqcap h$ (b) h (3) Quod $L = 2$ seu si $e+i \sqcap m+f$ erg. $L = 3$ $1C$
 erg. $L = 4 \frac{b}{a} f - m$. (1) Erit a (2) Jam $L = 4 \sqcap f$ (1) Ergo (2) Ergo $c \sqcap f$. (3) seu $L = 8$ autem
 (1) $3A_3C + 3C_3B$ ad $1B_2B + 1A_2A$, seu ad f ut (2) ib (3) $\frac{3A_3C}{3C_3B} L = 8-11 \sqcap \frac{bm}{ai}$. (1) Centrum gravitatis
 corporum absolute spectatorum, est centrum (2) Via [...] est | eadem cum erg. | via e ripa spectata
 centri $L = 12$ -S. 515.1 At (1) via centri potentiae in navi spectata (2) centrum potentiae corporum
 in navi spectatorum, L

8-10 $\frac{bm}{ai}$. [/] Via: Die Absätze sind durch eine waagerechte Linie getrennt. 11f. Nam [...] ostendimus:
 Siehe die ausführliche Behandlung des Stoßes anhand der Schiffsanalogie in N. 48.

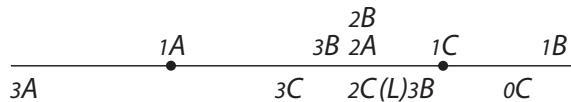
spectatorum, ubi corpora reciproca celeritate concurrunt, in navi est immobile, ergo extra spectatum movetur motu navis. Centrum potentiae corporum in navi spectatorum esset centrum ictus vel quod idem est distantiae dimidium.



[Fig. 9]

Superest demonstremus centrum gravitatis uniformiter moveri corporum distantia semper eadem. Punctum concursus corporum in navi, est centrum gravitatis in distantia sumtum. Cumque semper maneat eorum centrum gravitatis eodem in loco in navi, quia celeritate eadem accedunt et separantur ab eo, ergo centrum gravitatis corporum eandem habet viam cum navi. 5

Constructio quaerenda. $1C 2C \sqcap 2C 3C$ et $3A 3C \sqcap 1A 1C$. $3B 3C \sqcap 1B 1C$.



[Fig. 10]

1 reciproca (1) potentia (2) celeritate L 4 demonstremus (1) centrum poten (2) centrum L
 5 eadem. (1) Ergo semper punctum medium corporum eadem celeritate movetur, nisi perdatur potentia. Item (2) Punctum (a) concursum (b) concursus L 7 corporum (1) idem (a) manet (b) est (2) eandem L

[Fig. 10]: Leibniz hat den Buchstaben $3B$ doppelt vergeben.

55. DE AESTIMATIONE ICTUS IN CONCURSIBUS CORPORUM

[Ende Juni 1677 – Januar 1678]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 16. Ein Blatt 4°; Wasserzeichenfragment am Blattrand; Papiererhaltungsmaßnahmen; alle Ränder beschnitten. Zwei Seiten.
E (tlw.) FICHANT 1994, S. 387f.

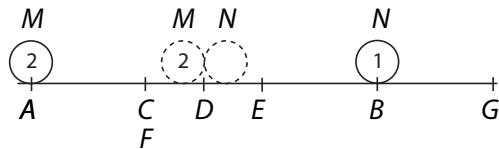
- 5 **Datierungsgründe:** Im vorliegenden Konzept führt Leibniz die Analyse eines einfachen Stoßfalls auf der Grundlage der in anderen Stücken erörterten („alibi explicata“) Schiffsanalogie durch. Hinter den scheinbar erfolgreichen Berechnungen dieser Methode („haec quidem optime procedunt in speciem“) verbirgt sich eine „difficultas ingens“, weil die Erhaltung der *vis* oder *potentia*, hier als die skalare Größe *mv* aufgefasst, nicht gewährleistet ist.

10 Aufschluss über die Entstehungszeit von N. 55 geben zunächst Leibnizens Anspielungen auf seine Ausführungen in anderen Stücken („alibi“) bezüglich der Schiffsanalogie und der Verformung elastischer Körper beim Stoß. Die Anspielungen gelten höchstwahrscheinlich den Konzepten N. 48 und N. 50 vom 10. und 11. (20. und 21.) Juni 1677. Die ausdrückliche Gleichsetzung der Kraft mit der Bewegungsgröße auf S. 517.8–9 („Nam si celeritates in pondera ducantur habebimus vim“) deutet auf die Entstehung
15 von N. 55 vor der Annahme des quadratischen Kraftmaßes, also vor *De corporum concursu, Scheda octava* von Januar 1678 (N. 58₁₀), hin. Daraus ergibt sich für N. 55 die Datierungsspanne Ende Juni 1677 bis Januar 1678. Auch für die Konzepte N. 53 und N. 54 wird dieselbe Zeitspanne ermittelt; dabei kann festgestellt werden, dass während in letzteren Stücken das Problem der Nichterhaltung der Bewegungsgröße beim Stoß im Laufe der Berechnungen und gleichsam wider Erwarten auftritt, das
20 vorliegende Konzept strukturierter verfährt, d. h. nach einer Vorführung der Vorzüge der Schiffsanalyse ebenjene „difficultas ingens“ ankündigt und sie anhand gut gewählter numerischer Werte darlegt. Dieser Umstand lässt die Vermutung zu, dass Leibniz mit N. 55 eine methodisch konstruierte Darstellung der Schwierigkeiten, die er zuvor in N. 53 und N. 54 festgestellt hatte, bieten wollte – und demnach N. 55 nach den beiden anderen Stücken verfasst haben könnte.

25 [16 r^o] Duo globi volumine aequales *M.N.* sint in ratione ponderis dupla, seu *M* aequ. *2N*[.] ambo collocat[i] in extremis rectae *AB*., nempe *M* in *A* et *N* in *B*. Eorum centrum
 gravitatis erit *C*, posito *AC* aequ. $\frac{1}{3}$ *AB*. Ponantur sibi directe occurrere in eadem recta
AB, erit punctum concursus *D*, medium rectae *AB*. Quod si jam secundum alibi explicata
 fингamus, concursum hunc ita explicari, ut perinde sit ac si ferantur in navi quae feratur

25 volumine aequales *erg. L* 25 ponderis *erg. L* 26 *2N* (1) in *m* (2) erit cor (3) ambo |
 collocata ändert Hrsg. | in *L* 28 medium | scilicet *gestr.* | rectae *L*

28f. Quod [...] in navi: Siehe die ausführliche Behandlung des Stoßes anhand der Schiffsanalogie in N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677.



[Fig. 1]

celeritate CD . ita ut M feratur celeritate AC et N celeritate BC , tunc celeritate CD appellata x feretur corpus M celeritate ut AC seu $2x$. et corpus N celeritate ut BC seu $4x$ [,] quae cum sit ipsis corporibus reciproca, utique aequali vi concurrent, adeoque ea quae venere celeritate repercutientur. Nam navi seu centro gravitatis progrediente in E , interim corpus M regredietur ex E celeritate EF quae sit aequalis ipsi AC , sed haec ab 5 A retro sumta est EC , ergo hoc loco coincidunt [C] et F , at corpus N ab E repelletur celeritate aequali ipsi $[BC]$, adeoque ea erit EG , et ita hoc loco erit BG aequ. EB .

Haec quidem optime procedunt in speciem; sed intus latet difficultas ingens. Nam si celeritates in pondera ducantur habebimus vim; vis autem seu potentia nec crescere nec minui potest. Quorum tamen alterutrum hoc loco contingit. 10

Nempe corpus M aequ. $2N$. Et revera reperitur hoc modo regressum esse a D in F ergo ejus celeritas est $1(x)$. Ergo vis ejus $2N(x)$. Corpus autem N aequ. N . et celeritas ejus DG , aequ. $5(x)$. Ergo vis ejus aequ. $5N(x)$, summa ergo virium $2N(x) + 5N(x)$ aequ. $7N(x)$. At qualis ante concursum fuerit sic apparent[:] AD aequ. BD aequ. $3CD$. ergo celeritas concursus utrobique aequalis erit $3x$, ducta in corpus M seu $2N$ dat $6Nx$. 15 Ducta in corpus N dat $3Nx$, summa virium est $9Nx$. Supra erat $7N(x)$. Ergo (x) aequ. $\frac{9}{7}x$. Ita enim $\frac{18}{7}x + \frac{45}{7}x$ aequ. $\frac{63}{7}x$ aequ. $9x$.

Videamus an idem prodeat, si statim ab initio instituamus aequationem, nempe

1 BC , (1) et centro (a) celerit (b) gravitatis seu navi porro progrediente ex D in E , (2) tunc | celeritate erg. | CD L 2 celeritate (1) $3x$ (2) ut AC seu $2x$. L 5 M (1) ex D (2) regredietur L 5 EF erg. L 5 AC , (1) quae (2) sed haec L 6 E L ändert Hrsg. 6 ab E (1) repellitur (2) repelletur L 7 EC L ändert Hrsg. 11 $2N$. (1) Ergo et celeritas ejus EC aequ. $2x$ (2) Et revera L 12 1(x). | Quia ita erg., streicht Hrsg. | Ergo L 14 BD aequ. (1) $3x$ (2) $3CD$. L 16 N | seu streicht Hrsg. | dat L 16 $7N(x)$ (1), | pro streicht Hrsg. | x | in posteriori erg. | scribamus y , fiet $9Nx$ aequ. $7Ny$ seu (2). Ergo L

12-S. 518.6 ejus celeritas [...] $\frac{9}{7}x$: In der Passage auf S. 517.12–17 bezeichnet Leibniz die Geschwindigkeitseinheit vor und nach dem Stoß jeweils mit x und (x) , hält jedoch diese Regel im nachfolgenden Absatz nicht mehr konsequent ein.

- quando fingitur corpus M moveri celeritate AC , et corpus $[N]$ celeritate BC , tunc vis corporis M est $2N$ in $2(x)$ seu $4N(x)$. Vis corporis $[N]$ est $4N(x)$ seu utraque vis est aequalis. Fit summa harum duarum $8N(x)$, quibus si addatur vis competens toti navi (a cuius vi abstrahemus) ob motum communem per CD , seu $1(x)$ summae corporum $2N$ et $1N$ seu $3N$, fiet vis hinc orta $3N(x)$, quae priori $8Nx$ addita dat $11N(x)$, cum
5 debeat esse tantum $9Nx$. Ergo (x) aequ. $\frac{11}{9}x$, non vero ut ante $\frac{9}{7}x$. Ergo ictus [16 v^o]
a corporibus exceptus erit $\frac{72}{7}x$. et in singulo eorum recipietur vis $\frac{36x}{7}$. Quoniam autem
hoc modo etiam ambo corpora repercutientur, ideo corpus M progredivs celeritate x et
vi $2x$, regrediens vero vi $\frac{36}{7}x$, debebit omnino regredi nam restabit $\frac{22}{7}x$, qua regredietur.
10 Quod omnino absurdum est, ita enim vincet debilius, saltem fortius finem suum non
assequetur.

Ictus est aestimandus ex resistantia. Oritur autem resistantia ex duobus capitibus, primum ex vi corporis obnitentis quae detrahenda est a vi procedentis; deinde ex eo, quod etsi corpus aliquod quiescat, seu nulla vi obnatur, nihilominus celeritatem progredivs debilitat. Rem succedere video in corporibus aequalibus, ut si corpus unum incurrat in aliud quiescens, utique si secum abripit dat ei dimidium sui impetum. Ergo et resistantia tanta erit. Ergo sic resistantia erit aequalis vi residuae. Ergo compressio corporum durorum eadem erit, quae vis totius, sed hoc absurdum, quia hoc demum fit, cum aequali celeritate corpora aequalia concurrunt.

20 Vis semper eadem manet.

Si considerentur quae alibi dixi, de corpore antea comprimente, quam impellente, sequitur corpus in quiescens aequale et simile impingens, diversimode agere pro diversa vi ictus. Si tarde moveatur, erit mox vis compressionis major vi residua et corpus impressionem accipiens propelletur, alterum autem non repelletur, si plus ei virium restat, quam

1 AC , | seu erg., streicht Hrsg. | et L 1 $M L$ ändert Hrsg. 2 M est (1) $4x$ (2) $2N L$ 2 N
 $erg.$ Hrsg. 4 communem (1) CD , fiet vis (2) per x (3) per $CD L$ 7 in (1) singula (2) singulo L
9 nam | nam streicht Hrsg. | restabit L 15 debilitat. (1) Sed rem vix (2) Rem L 17 aequalis
(1) ictui residuo. Fiet (2) vi residuae. Ergo (a) tota (b) tensio (c) compressio L 19 aequali (1) vi
moventur. Er (2) celeritate L 21 quam (1) imprimente (2) impellente, L 22 quiescens erg. L
22 simile | et erg., streicht Hrsg. | impingens, L 23 erit (1) statim (2) mox L 24 si (1) satis
(2) plus L 24 virium (1) quam a repulso (2) restat, L

21 quae [...] impellente: Siehe S. 478.13–17 von N. 50.

a repulso compressionis retro accipit. Potest et tanta celeritate moveri, ut compressionis vis dimidia fit aequalis vi residuae, seu ut residua vis sit tertia pars totius vis, et tunc quiescat corpus impellens.

Imo sic, post compressionem corpus impellens pergit celeritate non quae ei restabat, sed minore ob corpus quod impellit. Ex. gr. si ei aequalis dimidiae rest[et,] quae si etiam aequalis sit dimidiae compressionis, tunc quiescit denique corpus impellens, et tota vis transfertur in impulsu. Imo videtur semper vis ictus ad comprimentum sufficiens. Nam si magna est multum comprimit, si parva parum; semper ergo videtur corpus comprimere, donec vis compressionis satis magna sit vel ad unum corpus repellendum, vel ad alterum propellendum. Et hinc videntur omnia determinari posse.

5

10

Nondum mihi satisfeci.

1f. ut (1) compressio aequalis (2) compressionis vis *L* 2 tertia (1) vis totius (2) pars *L*
5 restantis. *L ändert Hrsg.* 7 impulsu. (1) Ergo quando (a) vis (b) vis compressionis tanta
est ut vis ictus (2) Imo *L* 7 semper vis (1) compressionis suf (2) ictus *L*

56. EXPERIENCES À FAIRE SUR LE MOUVEMENT

[Ende September – Oktober (?) 1677]

Überlieferung:

- L* Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 19. Ein Blatt 4°; Papiererhaltungsmaßnahmen; Ränder beschnitten. Eineinhalb Seiten.
E FICHANT 1994, S. 403–405.

5 **Datierungsgründe:** Beim vorliegenden Stück N. 56 handelt es sich um einen Katalog geplanter Experimente über den elastischen und unelastischen Stoß mithilfe von Pendeln. Der theoretische Rahmen und die Anlage der Experimente zeugen von dem bedeutenden Einfluss Mariottes auf Leibnizens Stoßlehre in der Zeit vor *De corporum concursu*. Die Entstehung des Stücks lässt sich durch folgende Umstände genauer einkreisen.

10 Die Nennung des Lederarbeiters und Erfinders Lancker in der Nr. (3) (S. 521.25) bietet einen sicheren Terminus post quem für N. 56. Dieser hatte sein wasserundurchlässiges Leder Ende des Sommers 1677 in Paris vorgeführt (siehe den Bericht im *Journal des Scavans*, 31. Januar 1678, S. 39–41). Leibniz war bereits Ende September über diese Erfindung informiert, wovon sein Brief an Jean Paul de La Roque vom 17. (27.) September 1677 (*LSB* III, 2 N. 78, bes. S. 224) zeugt. In den folgenden Monaten bat Leibniz 15 verschiedene Pariser Korrespondenten, darunter Mariotte, wiederholt (und vergeblich) um ein Muster von Lanckers Leder (*LSB* I, 2, S. 294f. und 311; III, 2, S. 224, 308, 311, 353 und 908), bis Justel ihn im Juli 1679 informierte, dass das wasserdichte Leder aus der Mode gekommen war („n'est plus à la mode“) und Lancker Paris verlassen hatte (*LSB* I, 2, S. 502.26–28).

Ein Terminus ante quem für das Stück ergibt sich aus dem Vergleich mit einem wahrscheinlich 20 im September 1677 entstandenen, vermutlich für Jean Bertet bestimmten Brieffragment, worin Leibniz seine Fortschritte „en matière de mouvement“ seit der Pariser Zeit erwähnt. Leibniz schreibt über die Stoß- und Bewegungsgesetze: „Je voy moyen d'en venir à bout demonstrativement, mais il faut faire premierement certaines experiences fondamentales que j'ay projetées. C'est ma maniere de dresser un Catalogue d'Experiences à faire, lors que j'examine quelque matière de physique. Et ordinairement j'en fais un tel dénombrement que je puis assurer que par le moyen de ces experiences on pourra trouver 25 la cause ou la règle de ce dont il s'agit, demonstrativement, et non pas par Hypothèse“ (*LSB* II, 1 [2. Aufl.], hier S. 572). Die Identifizierung des hier genannten „Catalogue d'Experiences à faire“ „en matière de mouvement“ mit dem vorliegenden Konzept N. 56 erscheint sehr plausibel, wobei aus dem Brief nicht eindeutig hervorgeht, ob Leibniz diesen Katalog bereits ausgearbeitet oder lediglich die Experimente 30 konzipiert hatte. Im ersten Fall würde der Brief selbst einen Terminus ante quem für N. 56 bilden; auch im letzteren wäre eine zeitnahe Entstehung zum Brief für Bertet als wahrscheinlich anzusehen. Daraus ergibt sich die vorgeschlagene Zeitspanne bis Oktober 1677, die auch dem mutmaßlichen Charakter der Datierung des Brieffragments Rechnung trägt.

Mehrere Elemente und Aspekte der in N. 56 geplanten Experimente verraten den Einfluss von 35 Mariottes Verfahren, am deutlichsten wohl die Verwendung von Pendeln und Kugeln (u.a. Lehmkugeln) zur Untersuchung des Stoßes. Auch werden für Mariotte charakteristische Thesen auf den Prüfstand gestellt: die Bewegung weicher Körper nach dem Stoß in Nr. (1) (*Traité*, Première partie, Prop. XI, S. 56–60); die Erhaltung der Differenz der Bewegungsgrößen in Nr. (2) (a.a.O., Prop. XII, S. 60–68); Mariottes zentrale Annahme, dass der Stoß zweier Körper nicht von ihren eigenen, sondern nur von der 40 respektiven Geschwindigkeit abhängt, in Nr. (13) (a.a.O., Prop. III, S. 25–29). Die letztgenannte Frage,

„si les vistesses respectives ou approchemens estant les mêmes, les percussions sont aussi également fortes“ (hier unter Nr. 13), hatte Leibniz bereits in den kritischen Auszügen aus Mariotte von März 1677 aufgeworfen (N. 423, S. 409.9–11). Seine Untersuchung dieser Frage in den Stücken von Juni 1677 (N. 48, N. 49 und N. 50) und seine Versuche, die *vis ictus* im Verhältnis zur *vis tota* der stoßenden Körper zu schätzen, hatten ihn damals zur Konzeption von einigen der hier detaillierter beschriebenen Experimente geführt (siehe den Schluss von N. 50, *De vi ictus*, S. 478.21–479.3). Diese Umstände stützen die vorgeschlagene Datierung von N. 56 relativ zu *De corporum concursu*: In der Nr. (13) von N. 56 betrachtet Leibniz die Frage, ob die *vis ictus* nur von der respektiven Geschwindigkeit der Körper abhängt, als eine offene, noch experimentell zu entscheidende, gemäß dem im Brief für Bertet geschilderten Forschungsprogramm. In der *Scheda octava* von Januar 1678 erklärt er dieselbe Frage für im Sinne Mariottes gelöst (S. 637.13–638.2 von N. 58₁₀). Die *Scheda decima de corporum concursu* (S. 653.9–10 von N. 58₁₂) stellt rückblickend fest, dass nunmehr die demonstrative Gewissheit der Theorie erreicht ist, wozu der Brief für Bertet die Experimente als Mittel und vorbereitende Maßnahme angedacht hatte.

5

[19 r°]

Experiences à faire sur le mouvement

15

(1) Si lors qu'une boule de terre glaise ou cire en rencontre une autre en repos, elles vont par après ensemble avec la même quantité de mouvement. Il faut essayer ceci avec un long pendule, et des boules assez grandes. Cela ne me paroist point vraisemblable, d'autant qu'elles font quelque bruit en se frappant, et que l'appattement témoigne qu'elles ont reçu quelque mouvement[,] outre qu'il semble que la boule qui est en repos, 20 ne laisse pas de résister en quelque façon à une autre qui la veut mouvoir.

(2) Quand elles se rencontrent d'un mouvement contraire, il faut voir s'il se perd la différence des quantités de mouvement. Cela est raisonnable, il en faut observer le son.

(3) On pourra faire des expériences avec des sacs pleins d'eau et bien bouchez. Cela réussira mieux qu'avec de la terre glaise, le cuir de M. Lancker y sera propre. L'eau ne 25 fait guères de ressort, à ce que je crois.

(4) Pour faire avec des corps à ressort des expériences aisées à distinguer par le menu, on se pourra servir des balons enflés ; car on verra visiblement comment ils s'aplatiront,

15f. mouvement (1) (1) Si dans le concours de deux boules de terre glaise, il ne se perd rien de la force : ce qui n'est gueres croyable, | à cause *streicht Hrsg.* | du son qu'elles font en se (2) (1) Si *L* 16 ou cire en *erg.* *L* 16 repos, | si *gestr.* | elles *L* 17f. avec un (1) pendule un peu long, (2) long pendule *L* 18 et (1) une (2) des *L* 18 ne me *erg.* *L* 22 (2) (1) Si (2) Quand *L* 22 contraire, (1) sçavoir (2) il faut voir *L* 27f. faire (1) des expériences aisées à distinguer par le menu avec des corps à ressort, (2) des expériences avec des corps (3) avec [...] on *L*

et en un mot toute l'oeconomie et tout le détail de l'ordre que la nature observe en cecy.

(5) Pour separer ce qui fait l'effort, d'avec ce qui recoit le choc, ou qui fait ressort, on suspendra des poids au bas des balons ou boules qui se rencontrent : ou même on les attachera fermement au dessous ou au dessus du balon à une verge.

5 (6) On fera qu'un corps en rencontre deux ou d'avantage tout à la fois, placés l'un auprès ou derriere l'autre.

(7) Item on disposera les pendules en sorte qu'ils se rencontrent obliquement.

10 (8) On fera les experiences des rencontres avec des cloches ou sonnettes ou cordes tendues, pour juger par le son de la force de la percussion, en tant qu'elle doit estre distinguée de la force de tout le mouvement.

(9) On fera en sorte que les corps se rencontrent autrement que suivant leurs centres de gravité.

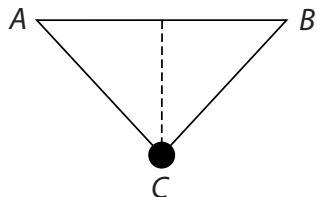
(10) On se servira de toutes sortes de figures.

15 (11) Toutes ces experiences seront faites avec des corps d'une grandeur et pesanteur considerable, et avec de longs pendules, à fin que ce que la resistance de l'air, le frottement de la corde, et choses semblables y peuvent contribuer ne soit gueres considerable.

20 [19 v°] (12) Les boules de terre glaise ne sont pas si propres aux experiences que les ballons enflés d'eau, parce que ces ballons ne s'attachent pas, au lieu que l'attachement de cette terre molle sert beaucoup à empêcher la separation des boules, et à changer ce qui arriveroit sans cela.

25 (13) Il faut examiner bien exactement, si les vistesses respectives ou approchemens estant les mêmes, les percussions sont aussi également fortes. C'est à dire si deux enfans suspendus d'un filet, et se rencontrant avec la même vitesse sentiront autant de douleur, soit que l'un d'entre eux soit en repos, ou qu'ils aillent l'un contre l'autre. Mais pour bien examiner cecy, il faut se servir des boules et mesurer leur aplatissement, et leur son. L'aplatissement se mesurera ainsi : une boule estant mouillée ou tachée de quelque couleur, et l'autre ne l'estant point, on verra en celle que ne l'estoit point jusqu'à où alloit l'aplatissement.

1 et | en erg. | un L 1 détail (1) du pro (2) de L 2 choc, (1) et (2) ou L 4 fermement (1) au plu (2) au L 5 ou d'avantage erg. L 5f. l'un (1) autre (2) auprès L 7 on (1) fera (2) disposera L 7 se (1) disposent (2) rencontrent L 8 sonnettes (1), pour juger (2) ou L 9f. estre (1) separée de (2) distinguée L 12f. gravité (1) On se (2) (10) On se L 14 corps (1) fort (2) d'une L 15 fin que (1) l'erreur qui peut (2) ce L 15 l'air (1) et de 1 (2), le L 25 aplatissement, | qu'elles ont visiblement, gestr. | et L



[Fig. 1]

(14) Il faut qu'un pendule C soit suspendu à deux fils AC, BC . et l'axe de l'agitation sera AB .

(15) Si la percussion estoit la même, ce seroit vray aussi à l'égard des corps mols ; et par consequent les corps mols dont un avoit esté en repos, ne conserveroient pas toute la force avec le choc, et il s'en perdroit aussi bien, que lors qu'ils se rencontrent d'un mouvement contraire. Mais considerant maintenant la chose un peu plus attentivement, je doute si la force de la percussion se doit perdre en eux. 5

1 faut (1) que les pend (2) qu'un L 1 C erg. L 3 la (1) même (2) percussion L
 4 consequent (1) la per (2) les L 4 repos, (1) n'iroient (2) ne L 6f. attentivement, (1) je
 croy que non obstant que (2) je doute si (a) la percussion des corps mols fut la même (b) | si *streicht*
Hrsg. | la force (aa) se doit perd (bb) de L

57. DE REGULA CONCURSUS CORPORUM INAEQUALIUM
 [um Mitte] Januar 1678

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 193. Ein Blatt 4°; Wasserzeichenfragment am Blattrand; Papiererhaltungsmaßnahmen; Ränder beschnitten. Eine Seite auf Bl. 193 r°; Bl. 193 v° leer.
- 5 E (tlw.) FICHANT 1994, S. 406–408.

Datierungsgründe: Leibniz hat das vorliegende Konzept eigenhändig auf Januar 1678 (a. St.) datiert. Die folgenden Umstände ermöglichen eine genauere Einkreisung der Entstehungszeit.

In N. 57 setzt Leibniz die *vis* der Körper mit ihrer Bewegungsgröße bzw. dem Impuls gleich, was in der Passage auf S. 525.1–2 besonders deutlich wird. In den letzten drei Abschnitten von *De corporum concursu*, die eigenhändig auf Januar und Februar 1678 datiert sind, geht Leibniz zu seinem neuen, quadratischen Kraftmaß (mv^2) über und nimmt ausdrücklich Abstand von der *quantitas motus* (mv). Am deutlichsten geschieht dies in der *Scheda octava* von Januar 1678 (siehe S. 637.2–4 von N. 58₁₀), die deshalb als Terminus ante quem für die Entstehung von N. 57 gelten darf.

15 In seinem Brief vom 3. (13.) Januar 1678 gesteht Leibniz gegenüber H. Conring, noch keine befriedigende Antwort auf die Frage nach dem (geraden zentralen) Stoß zweier ungleicher harter Körper gefunden zu haben (*LSB* II, 1 [2. Aufl.], S. 581.5–7). Der Umstand, dass N. 57 ebendiese Frage untersucht, ohne zu einer eindeutigen Lösung zu gelangen, und damit genau die im Brief an Conring geäußerte Schwierigkeit verkörpert, lässt eine Entstehung des Konzepts etwa gleichzeitig zu dem Brief plausibel erscheinen.

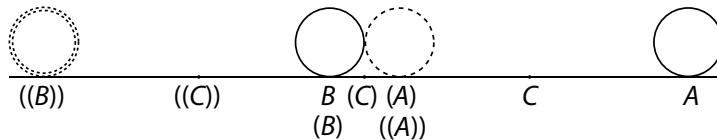
20 [193 r°]

Januar. 1678

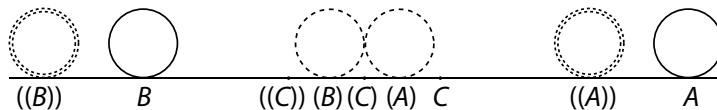
Credibile est in corporum durorum aequalium concursu illud evenire, quod alii egregii viri dixerunt. Nam eadem pariter vis, et in summa directio servatur; et fit permutatio velocitatum pariter ac directionum. Sed in corporibus inaequalibus non aequa servari potest regula illa.

21f. Januar. (1) 1677 (2) 1678 (a) Non dubit (b) Credibile est in (aa) motu (bb) corporum L

22f. quod alii egregii viri dixerunt: J. WALLIS, „A summary account [...] of the general laws of motion“, *PT* III (1668–1669), Januar 1669, S. 864–866; DERS., *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, Prop. I und Scholium, S. 660–662 (*WO* I, S. 1002f.) sowie Prop. XI, S. 672 (*WO* I, S. 1009); C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO* XVI, S. 179–181), bes. §§1–2; E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673, Première Partie, Prop. XV–XVII, S. 90–112.



[Fig. 1]



[Fig. 2]

Corpus A vocetur a , et corpus B vocetur b . Celeritas prioris e , posterioris i . Vis prioris ae , posterioris $+bi$, summa virium ob contrarium motum $ae - bi$, quae debet manere ante et post concursum. Haec regula est infallibilis: AB aequ. $e + i$ et $\frac{BC}{AC}$ aequ. $\frac{a}{b}$. AB aequ. $BC + AC$. Ergo $BC \sqcap \frac{a}{b} AC$ aequ. $AB - AC$. Ergo $AC \sqcap AB \sim \frac{1}{1 + \frac{a}{b}} \sqcap \frac{b}{a + b} \sim e + i$ et $BC \sqcap \frac{a}{a + b} \sim e + i$ ubi nota literas a , b semper esse valores positivos, sed e vel i aliquando esse posse negativos, imo et nihilo aequales. Quaeritur jam longitudine $C(C)$ progressus centri gravitatis, nempe (posito corpora in puncto consistere) $A(A)$ seu $A(C) - AC$, ponendo corpus A esse illud quod in eandem partem cum centro gravitatis tendit, seu quod ipsum sequitur. Quod locum habet etiam cum centrum hoc est in ipso loco concursus, seu quiescit, nam fangi potest in eo motus infinite parvus. Ergo $C(C)$ aequ. $A(A) - AC$ aequ. $e - \frac{b}{a + b} \sim e + i$ vel aequal. $\frac{ae + be - be - bi}{a + b}$ aequ. $\frac{ae - bi}{a + b}$, quae etiam aequ. $(C)((C))$. Sed eadem $(C)((C))$ aequ. $((B))(B)$ seu $((B))(C), -((B))((C))$, prorsus ut ante, invertendo tantum, itaque pro $((B))(B)$ ponendo v , et pro $((A))(A)$ ponendo ϵ , fiet $(C)((C))$ aequ. $\frac{bv[-]ae}{a + b}$ quae antea aequ. $\frac{ae - bi}{a + b}$. Ergo $bv - ae$ aequ. $ae - bi$ at ob vires easdem $ae + bi$ aequ. $ae + bv$. Ergo $ae + bi, +ae - bi$ aequ. $ae + bv, +bv - a\epsilon$, 15

2 virium (1) $ae + bi$ (2) ob contrarium motum $ae - bi$ L 4 $AB - AC$. | Ergo streicht Hrsg. |
Ergo L 7f. seu $A(C)$ erg. L 9 , seu quod ipsum sequitur erg. L 14 + L ändert Hrsg.
14f. aequ. $ae - bi$ (1) at supra (2) at ob vires L

seu ae aequ. bv . Et pari jure bi aequ. $a\epsilon$, sive $\frac{a}{b}$ aequ. $\left[\frac{v}{e} \right]$ sive celeritates diversorum corporum et temporum erunt in reciproca corporum ratione. Sed hinc sequitur corpus magnum impingens in quantulumcunque quiescere, illique totam suam vim dare; quod experientiae adversum, regula ergo generaliter non procedit.

- 5 Quod si pro regula sumamus non progressum centri gravitatis, sed eandem manere corporum a se invicem distantiam ante et post[,] investigetur ((B))((A)). Illud quidem certum est priori lege (de progressu centri gravitatis aequabili) observata eandem necessario observari distantiam ante et post concursum, aequali temporis intervallo, si celeritates permutatae intelligantur, item si navi utamur motumque compositione explicemus.

- 10 Sed videndum an non res alia ratione possit explicari. Ergo investigemus[,] ut dixi, longitudinem ((A))((B)), quod ob casus varios nonnihil intricatum. Obiter prius adjicio in priori calculo, supponendo corpora non sibi occurrere sed A sequi B , tunc pro AB aequ. $e + i$ nos habituros fuisse $e - i$ [,] ergo $C(C)$ vel ((C))(C) aequ. $\frac{ae + bi}{a + b}$.

- 15 Unde rursus fiet vel aequ. $\frac{bv + a\epsilon}{a + b}$, si scil. etiam post occursum ambo prosequitur iter, et orietur tantum aequatio $ae + bi$ aequ. $bv + a\epsilon$ aliunde nota.

1 $\frac{e}{v}$ L ändert Hrsg. 2 rationale | id est alterum in alterum (1) vim (2) | celeritatem streicht Hrsg. | transfert erg. u. gestr. | . Sed L 4f. procedit. (1) Quid (2) Quod L 8f. intervallo, (1) ob celeritates permutatas (2) si celeritates permutatae L 10 explicari. (1) Ut (2) Ergo L 11 intricatum. (1) Ante omnia (2) Obiter L 12 non (1) se (2) sibi (a) exp (b) occurrere L 12f. AB aequ. (1) $\frac{ae - bi}{a + b}$ nos habituros $ae + bi$ (2) $e + i L$

1f. celeritates [...] rationale: Bei dem Zusatz „et temporum“ handelt es sich wohl um ein Versehen, da ein Vergleich der Geschwindigkeiten gleiche Zeiträume voraussetzt. 15 aequatio [...] nota: Siehe bspw. N. 432 von Mai 1677.

58. DE CORPORUM CONCURSU

Januar – Februar 1678

Der in LH XXXV 9, 23 Bl. 1–22, LH XXXVII 4 Bl. 59–60 und LH XXXVII 5 Bl. 86–91 überliefer-
te Textkomplex N. 58 *De corporum concursu* ist eine umfangreiche systematische Untersuchung über
die Gesetze des direkten zentralen Stoßes zweier Körper, bei welcher durch die Erörterung einzelner,
zunehmend schwierigerer Stoßfälle allgemeine Lehrsätze aufgestellt und überprüft werden sollen; erst
zum Schluss werden auch einfache Fälle des Stoßes dreier Körper ansatzweise untersucht. Mit den zwölf
fortschreitend nummerierten Unterstücken folgt N. 58 der Einteilung in nummerierte *schedae* (I bis X
mit zusätzlich II-II und VI-II), die Leibniz selbst für den gesamten Textkomplex vorgenommen hat.
(Dabei entspricht N. 58₃ der *Scheda II-II* und N. 58₈ der *Scheda VI-II*.) Mit Ausnahme einer einzigen
undatierten *scheda* (N. 58₃) sind die übrigen von Leibniz selbst auf Januar 1678, N. 58₁₂ auf Januar und
Februar 1678 datiert worden. Hieraus ergibt sich die Gesamtdatierung des Textkomplexes, der in seinen 10
nicht gestrichenen Teilen erstmals in FICHANT 1994, S. 71–171 veröffentlicht worden ist.

Dass Leibniz ganz zu Beginn des Jahres 1678 mit der Stoßlehre im Allgemeinen und vornehmlich
mit den Gesetzen besonderer Stoßfälle befasst war, bezeugt auch sein Brief an H. Conring vom 3. (13.)
Januar 1678: Dort gibt er zu, noch keine befriedigende Antwort auf die Frage zu haben, *quid fiat si*
duo corpora dura magnitudine inaequalia concurrant – eine Antwort, die man selbst bei Koryphäen 15
der neuen Naturwissenschaft wie Descartes und Huygens vergeblich suchen würde (LSB II, 1 [2006]
N. 162, S. 581.5–7; siehe FICHANT 1994, S. 192). Ob Leibniz hiermit besonders auf N. 58 oder aber auf
frühere Untersuchungen zur Stoßlehre anspielt, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Dennoch ist
bemerkenswert, dass ein beachtlicher Teil der *schedae* – von N. 58₁ bis zu N. 58₈ – vornehmlich mit dem
Stoß ungleicher Körper hadert (vgl. dazu den ebenfalls auf Januar 1678 zurückgehenden Entwurf N. 57). 20
Der Brief an Conring rechtfertigt somit die Frage, ob der umfangreiche Textkomplex *De corporum*
concursu am Stück verfasst wurde oder vielmehr in verschiedenen Etappen, die sich über die ersten
zwei Monate des Jahres 1678 hinweg erstreckt haben. Der Brief lässt sogar die Vermutung zu, dass die
Anfertigung von N. 58 bereits vor Ende 1677 begonnen haben könnte.

Für eine Abfassung des Textkomplexes in verschiedenen Etappen sprechen auch weitere Gründe. 25
Zunächst gilt es, auf die besondere Verteilung der Wasserzeichen in den Trägern der einzelnen *schedae*
hinzzuweisen. Von N. 58₁ abgesehen, lassen sich in dieser Hinsicht zwei verschiedene, homogene Gruppen
feststellen: Sämtliche Bogen zu N. 58₂ und N. 58₄ bis 58₆ weisen ein und dasselbe Wasserzeichen auf,
welches sich von dem einzigen unterscheidet, das in den Trägern der übrigen *schedae* N. 58₇ bis 58₁₂
vorkommt. Diese Feststellung wird umso aussagekräftiger, als sie einigermaßen mit den inhaltlichen Zä- 30
suren übereinstimmt, die sich im Textkomplex ermitteln lassen. Vom inhaltlichen Standpunkt aus bilden
die einzelnen zwölf *schedae* nämlich keine geschlossenen Einheiten. Der Text lässt sich diesbezüglich
vielmehr in drei fortlaufende Abschnitte unterteilen:

(1) von der *Scheda I* (N. 58₁) bis zur Mitte der *Scheda V* (N. 58₆, S. 581.4–5), wo sich durch die
Einführung des Elastizitätsgedankens als zusätzlichen Gegenstand der Untersuchung ein abrupter und 35
markanter Einschnitt ergibt;

(2) von dorther bis zur *Scheda VI-II* (N. 58₈), mit der die Untersuchung Zwischenergebnisse
erreicht, die nachträglich geprüft und erweitert wurden;

(3) von der beim Axiom der Äquipollenz von Ursache und Wirkung neu ansetzenden *Scheda VII*
(N. 58₉) bis zur *Scheda X* (N. 58₁₂), die eher unvermittelt die Untersuchung abschließt (siehe zum 40
Aufbau des gesamten Textkomplexes FICHANT 1994, S. 175 f.).

Diese drei Abschnitte stellen möglichwerweise auch drei verschiedene Etappen der Entstehung von N. 58 dar, welche sich in der Verteilung der Wasserzeichen wenigstens insofern abbilden, als diese letztere besonders die Zäsur in der Mitte von N. 58₆ zum Vorschein bringt.

Die durch die Nummerierung der *schedae* festgelegte Textfolge entspricht ohnehin nicht durchgängig der Entstehung und chronologischen Ordnung der Textschichten, da Leibniz nachträglich, am häufigsten mit Randbemerkungen, zuweilen aber auch durch umfangreichere Textzusätze, die älteren *schedae* berichtigt oder erweitert hat. Anlass zu den meisten nachträglichen Erweiterungen gab die „Entdeckung“, dass beim Phänomen des zentralen Stoßes nicht, wie früher gewöhnlich angenommen, die Summe der Bewegungsgröße (*quantitas motus*) mv erhalten bleibe, sondern die Summe der kinetischen „Kraft“ (*vis*) mv^2 . Die entsprechende Formel hatte Leibniz bereits im Mai oder Juni 1677 algebraisch hergeleitet, ohne allerdings ihre physikalische Interpretation als Erhaltungssatz der „Kraft“ zu thematisieren (siehe N. 44 und N. 47). Die neue Einsicht – Geburtsstunde von Leibnizens *réforme de la dynamique* (FICHANT 1994) – wird am Anfang der *Scheda VIII* (N. 58₁₀, S. 636.8–637.4) angekündigt. Zahlreiche Texterweiterungen in den früheren *schedae* sind mithin erst *post reformationem* entstanden (den Ausdruck hat Leibniz selbst eingeführt; vgl. die Randbemerkungen zu N. 58₄, S. 562.16–19; N. 58₅, S. 569.7–8, 573.4–574.1; N. 58₇, S. 588.16–17).

Einen besonderen Fall stellen in dieser Hinsicht die *Scheda II-II* (N. 58₃) und die *Scheda VI-II* (N. 58₈) dar, welche beide, wie bereits ihre Nummerierung zeigt, von Leibniz nachträglich vervollständigt und in den Textkomplex *De corporum concursu* eingefügt wurden.

In der *Scheda II-II* (LH XXXV 9, 23 Bl. 4–5) lassen sich insgesamt mindestens zwei Textschichten unterscheiden. In der ältesten überprüft Leibniz rechnerisch ein Ergebnis aus der *Scheda II*: Unter Annahme des Bewegungsquantums mv als Erhaltungsgröße erweise sich im Fall des Stoßes eines kleineren auf einen ruhenden Körper als unmöglich, dass ihre relative Stoßgeschwindigkeit sowie die Richtung und die Geschwindigkeit ihres gemeinsamen Schwerpunkts erhalten bleiben würden (N. 58₂, S. 549.1–2). Dieses Ergebnis wird in der *Scheda II-II* zunächst auf Bl. 5 r° durch einen erneuten Beweisgang überprüft (N. 58₃, S. 554.2–555.3) und dann auf dem gegenüberliegenden Bl. 4 v° in sauberer Form nochmals bestätigt (N. 58₃, S. 555.5–557.10). Da der Beweisgang bei dieser zweifachen Prüfung den gleichen Ansatz wie in N. 58₂ aufweist, dürfte diese fröhteste Textschicht von N. 58₃ insgesamt in unmittelbarem Anschluss an N. 58₂ oder kurz danach entstanden sein. Später – in der *Scheda VIII* (N. 58₁₀) und der *Scheda IX* (N. 58₁₁) – stellt Leibniz doch fest, dass unter Annahme der „Kraft“ mv^2 als Erhaltungsgröße sowohl die relative Stoßgeschwindigkeit wie auch die Richtung und Geschwindigkeit des gemeinsamen Schwerpunkts erhalten bleiben würden. Im Nachhinein kehrt er somit zur *Scheda II-II* zurück und verfasst die aus diesem neuen Ergebnis hervorgehenden Ausführungen auf Bl. 5 v° (N. 58₃, S. 557.12–559.4). Diese zweite Textschicht berichtigt die früheren irrtümlichen Feststellungen über die relative Stoßgeschwindigkeit und die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunktes. Schließlich entstand die Bemerkung auf Bl. 4 r° (N. 58₃, S. 553.10–13), in der klargestellt wird, dass der ursprüngliche rechnerische Beweis in der ersten Textschicht nur unter der (jetzt zurückgewiesenen) „kartesischen“ Annahme des Bewegungsquantums (mv) als Erhaltungsgröße formal gültig sei.

Die *Scheda VI-II* (N. 58₈), die als umfangreichste im ganzen Textkomplex *De corporum concursu* die Handschriften LH XXXV 9, 23 Bl. 15–20, LH XXXVII 4 Bl. 59–60 und LH XXXVII 5 Bl. 91 umfasst, weist ebenfalls mehrere Textschichten auf, die teilweise noch vor der *Scheda VII* (N. 58₉) oder zur gleichen Zeit wie diese, teilweise nach den letzten drei *schedae* (oder wenigstens nach N. 58₁₀) verfasst wurden. In der ältesten Schicht (Bl. 15 r°, 15 v° und 20 r°; N. 58₈, S. 599.20–604.15) wiederholt Leibniz eine Ausführung aus der *Scheda VI*, in der der allgemeine Fall des elastischen Stoßes gegen einen ungleich schweren, ruhenden Körper berechnet wird (N. 58₇, S. 592.16 ff.) mit der Absicht, sie endgültig zu über-

prüfen. Aus der neuen Berechnung ergeben sich zwei Gleichungen, auf denen die späteren Textschichten der *Scheda VI-II* aufbauen. Die zweite Textschicht (Bl. 59 r°, 59 v° und 60 r°; N. 58₈, S. 605–614) besteht aus neun tabellarischen Darstellungen experimenteller Werte, die Leibniz, zum Teil mit Hilfe eines unbekannten Schreibers, aus F. Regnaulds Brief vom 21. Dezember 1655 an B. de Monconys übernommen hat (vgl. B. DE MONCONYS, *Journal des voyages*, Teil III: „Lettres escripttes à Monsieur de Monconys“, Lyon 1666, S. 52–55; dieser Quelle hatte Leibniz bereits früher seine Aufmerksamkeit gewidmet, wie auch die Notiz N. 35 in diesem Band zeigt). Bei diesen Exzerten, die Leibniz zuweilen mit eigenen Bemerkungen erörtert hat, geht es um Regnaulds Bemessungen des Stoßes eines unterschiedlich schweren Pendels, das aus verschiedenen Höhen auf ein zweites, ruhendes Pendel fällt. Diese tabellarischen Darstellungen dienten wiederum als Teilvorlage für die dritte Textschicht von N. 58₈, in der Regnaulds experimentelle Ergebnisse mit entsprechenden Werten verglichen werden, die Leibniz rein rechnerisch aus beiden in der ersten Textschicht bestimmten Gleichungen (S. 603.4–5) herleitet. Der Vergleich, der offenbar Leibnizens Ausführung zum elastischen Stoß in N. 58₇ (S. 592.16 ff.) und N. 58₈ (S. 599.20–604.15) bestätigen sollte, erfolgt anhand weiterer tabellarischer Darstellungen in zwei Schritten: zunächst im gestrichenen Text auf Bl. 91 r° (N. 58₈, S. 615–617) und dann wieder in (vorübergehend) gültiger Gestalt auf Bl. 17 v° und 18 r° (N. 58₈, S. 618–620). Auf Bl. 17 v° bis 18 v° sind ferner begleitende Anmerkungen anzutreffen (N. 58₈, S. 621.4–623.3), die ebenfalls zur dritten Textschicht gehören und wie diese und die zwei vorausgehenden Textschichten vor der *Scheda VIII* (N. 58₁₀) verfasst wurden. Anders verhält es sich mit einer weiteren, auf Bl. 18 v° vorliegenden Bemerkung (N. 58₈, S. 623.5–624.8), die auf die *reformatio* hinweist und folglich mit großer Wahrscheinlichkeit nach (mindestens) N. 58₁₀ verfasst wurde. Diese Bemerkung ist demgemäß einer vierten und letzten Textschicht von N. 58₈ zuzuschreiben, welche ebenfalls den Vermerk auf Bl. 17 r° (S. 618.2) sowie hauptsächlich die *Tabula III* auf Bl. 19 r° (S. 625) umfasst. Diese letztere ergibt sich aus der Neuberechnung der früheren Tabelle auf Bl. 18 r° (S. 620) unter Berücksichtigung des Faktors mv^2 anstelle des Faktors mv . Die Erläuterung auf Bl. 16 v°, welche die experimentellen Bedingungen von Regnaulds Bemessungen ein weiteres Mal zusammenfasst und gleichsam den Abschluss von N. 58₈ darstellt, dürfte in ihrem ersten Teil (S. 626.1–13) noch zur dritten Textschicht gehören, während ihr zweiter und letzter Teil (S. 626.15–19) offensichtlich der vierten Textschicht zuzuschreiben ist.

Aus der vorausgehenden Darstellung lässt sich festhalten, dass die jüngsten Textschichten in N. 58₃ und N. 58₈ – ebenso wie zahlreiche Texterweiterungen in den übrigen *ante reformationem* entstandenen *schedae* – erst in einer späten Bearbeitungsphase des Textkomplexes *De corporum concursu* verfasst wurden, d.h. möglicherweise erst im Februar 1678.

58₁. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA PRIMA**Überlieferung:**

- 5 *L* Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 1–2. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 1. Vier vollbeschriebene Seiten, die vom Text N. 582 fortgesetzt werden. Randbemerkungen zum Teil *post reformationem* verfasst (siehe die editorische Vorbemerkung, S. 528.4–16).
E FICHANT 1994, S. 71–79 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 185–200).

[1 r°]

Scheda prima
De corporum concursu

Januar. 1678

In omni motu eadem semper vis servatur.

10 Vis est quantitas effectus, sive quod hinc sequitur factum ex quantitate corporis ducta in quantitatem velocitatis.

Si augeretur vis, haberetur motus perpetuus artificialis; si minueretur vis haberetur denique quies perpetua naturalis. Utrumque absurdum.

Quando duae inaequales potentiae configlunt, tunc corpus potentius effectui ad quem tendebat magis accedere debet, quam alterum impotentius.

15 Quando corpus majus incurrit in corpus minus quiescens non debet ab eo sisti, sed debet ipsum secum abripere. Alioqui maximum etiam corpus non posset secum abripere minimum (neque enim video quid hic proportionem determinare possit) quod est contra experimenta. Praeterea sic quam minimum natura declinat a scopo.

10 Am Ende des Absatzes: Error[:] id hinc non sequitur in nostro systemate.

13f. Am Rand: Sermo hic est de corporibus homogeneis duris.

6 [1 r°] (1) Pars (2) Scheda *L* 9 ex | eadem *gestr.* | quantitate *L* 12 denique *erg.* *L*
 15 corpus | satis *erg.* *u.* *gestr.* | majus *L* 16 ipsum (1) propellere, (2) secum abripere. *L*
 18 Praeterea sic [...] declinat a scopo. *erg.* *L*

Quando corpus minus incurrit in corpus majus quiescens, debet nonnihil repercuti, alioqui minimum etiam corpus in maximum incurrens, nunquam ab eo repercuteretur; quod est contra experimenta. Eaedem locum habent rationes quae in praecedenti, posset et adhiberi Lemma inversionis de quo infra.

Hinc sequitur corpus incurrens in aliud aequale quiescens ab eo sisti, ac nec progredi nec repelli, sed quiescere in loco concursus, et alteri totam suam vim tribuere. Quoniam enim omne majus abripit, omneque minus repellitur, necesse est aequale non magis abripere quam repellere, vel abripere pariter et repellere celeritate quavis assignata minore, id est quiescet. Quoniam vero quiescit, atque eo ipso omnem vim amittit, necessario alteri in quod incurrit (nam cum aliis corporibus nihil hoc loco commune habet) totam vim 10 suam tribuit. Itaque celeritas impulsu antea quiescentis ad celeritatem impellentis nunc quiescentis erit in reciproca magnitudinum ratione.

Quando corpus incurrit in aequale praecedens, minus ab eo impedietur quam si incurreret in aequale quiescens. Nam minus resistit quod magis cedit, magis autem cedit, quod non tantum ob impulsum, sed et sua sponte cedit. Quod autem minus resistit, 15 minus impedit.

1–3 *Am Rand:* Probandum prius dura corpora etiam remota vi Elastica, habere quan-
dam vim repercutiendi, quia alioqui^[a] destrueretur vis. Hoc probatur ex corporum du-
rorum concursu. Inde jam ad caetera argumentum producitur.

Corpus unum abripere aliud quiescens, quando nulla est percussio,^[b] ea celeritate ut maneat eadem quantitas motus, facile videtur posse demonstrari eodem modo, quia minuitur utique celeritas, nec ulla potest alia inveniri ratio imminutionis ad rem faciens.

^[a] alioqui (1) non daretur (2) destrueretur vis. (a) Unde s (b) Hoc *L* ^[b] percussio (1) eadem (2) ce-
leritate, quae est (3), ea celeritate ut maneat eadem (a) corporum (b) quantitas motus *L*

12 *Am Rand:* Integra natura est irresistibilis.

3f. Eaedem locum [...] quo infra. *erg. L* 5 corpus | aequale *gestr.* | incurrens *L* 7f. aequale
(1) nec (a) abripi (b) abripere nec re (2) non magis abripere quam repellere, *L* 8 repelletur (1) per
(2) celeritate *L* 10 (nam (1) de (2) cum *L* 13 in (1) minus (2) aequale *L* 13 praecedens,
(1) magis ipsum (2) prope (3) prope (4) minus *L*

4 infra: N. 582, S. 542.14–18. Siehe FICHANT 1994, S. 71; 188.

Quando corpus incurrit in aequale praecedens, id secum abripit. Sequitur ex praecedenti. Nam corpus incurrens in aequale quiescens ab eo non repellitur sed in quietem sistitur; occurrens autem corpori praecedenti, minus ab eo impeditur, quam a quiescente, magis ergo scopum obtinet, quam si sisteretur, ac proinde non sistitur, sed nonnihil progreditur, id est secum abripit praecedens.

Quando corpora duo aequalia sibi occurrunt utrumque ab altero repellitur. Nam post concursum vel utrumque quiescit, vel utrumque progreditur vel alterum quiescit alterum progreditur, vel alterum quiescit alterum repellitur; vel denique utrumque repellitur. Non potest utrumque quiescere, alioqui perderetur vis; non potest utrumque progredi alioqui daretur penetratio dimensionum; non potest uno quiscente alterum progredi, alioqui daretur etiam penetratio; superest ergo ut ostendamus non posse uno quiescente alterum repelli. Quod ostendo, nam haud dubie quod sisteretur esset fortius, quod repelleretur debilius, nam plus est [1 v°] repelli quam tantum sisti. Sed fortius, sive (cum corpora aequalia sint) celerius motum sistitur quando incurrit in aequale quiescens (per praecedentia), ergo plus quam sistetur, id est repelletur ab aequali non quiescente, sed reagente, seu occurrente. Quia ergo non potest uno quiescente alterum repelli, caeterique omnes casus rejecti sunt, superest ut utrumque repellatur. Quod demonstrandum erat.

Quando ex duobus corporibus unum tardius praecedit[,] alterum celerius sequitur, fingi potest, ea ferri in navi, in eandem in quam ipsa antea partem tendente, motu qui est tardioris praecedentis: et tardius in navi quiescere, celerius vero in navi moveri motu qui erat differentia celeritatum duorum corporum, modo scilicet per concursum corpus celerius seu insequens non repellatur. Haec suppositio admittenda est, quia eadem ma-

22–S. 533.3 *Am Rand:* Idem explicari potest sine^[a] fictione, cogitando corpora in quantum aequali celeritate feruntur in easdem partes, in se invicem non agere, adeoque aequalem illam celeritatem nec augeri nec minui.

[a] sine *erg.* L

2 quiescens | ita *gestr.* | ab eo L 3f. quiescente, (1) plus ergo efficit (2) magis ergo effi (3) scopum (4) magis ergo scopum obtinet, L 6f. post concursum *erg.* L 11 penetratio; (1) non d (2) nec po (3) superest ergo [...] non posse L 18 Quando (1) duorum (2) ex duobus L 18 tardius *erg.* L 18 celerius *erg.* L 21f. modo scilicet [...] non repellatur *erg.* L

14f. per praecedentia: Vgl. S. 531.5–12. 19–21 fingi [...] corporum: Mit dieser Methode, komplexere Stoßfälle vermöge der *compositio motuum* auf einfachere zurückzuführen, befasst sich Leibniz bereits in früheren Texten wie insbesondere N. 48 vom 10. (20.) Juni 1677.

uent apparentiae, et praeterea vires quoque non augentur, nec minuuntur per hanc suppositionem. Adeoque eaedem post concursum provenirent apparentiae in rei veritate, quae provenirent in navis suppositione.

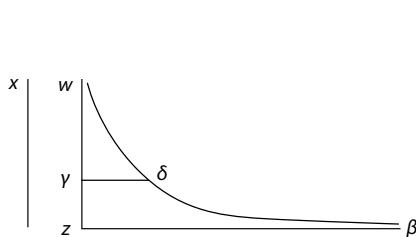
Iisdem positis, si duo corpora sint aequalia, progredientur celeritatibus permutatis. Hoc ex praecedenti manifeste demonstratur. Nam in navi[.] incurrens quiescenti aequali 5 dat totam celeritatem suam, ipsumque quiescit per se, sed praeterea fertur motu navis, ergo non nisi eo motu nunc fertur, quo prius ferebatur tardius; ipsum vero tardius nunc fertur motu celerioris, quippe duplici, motu scilicet navis, et motu accepto a celeriore.

Si duo corpora sibi occurrentia sint aequalia, repellentur celeritatibus permutatis. Haec propositio probabilis fit ex praecedente, sed et per se demonstrari potest. Nam 10 quia mutuo repelluntur, necesse est magis repelli quod tardius movebatur, minus repelli quod celerius movebatur, quia quod fortius est minus se repelli patitur. Ergo quod tardius movebatur[.] motum accipit celeriorem seu motui priori alterius vicinorem; et quod celerius movebatur eodem modo motum accipit motui tardioris vicinorem[.] cum vero nihil sit quod definire possit quantitatem vicinitatis, necesse est id ipsi coincidere, seu 15 quod idem est permutatis celeritatibus ferri. Eadem ratiocinatio etiam ad praecedentem propositionem probandam adhiberi posset. Est et alius probandi modus, quod hoc modo quam minimum aberratur a scopo; nam perinde omnia apparent (si corpora alioqui similia ponas, vel ab eorum dissimilitudine nihil ad rem pertinente animum abstrahas), ac si nulla mutatio contigisset, et unumquodque suum motum continuasset. 20

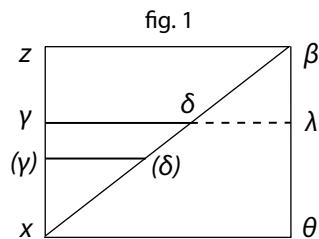
Corpora aequalia concurrentia post concursum feruntur celeritatibus permutatis. Patet ex duabus proxime praecedentibus, item ex superiori de corpore in aequale quiescens incurrente. [2 r^o]

1 hanc *erg.* L 1–3 suppositionem. (1) Iisd (2) Hinc iisdem suppositis eaedem provenient apparentiae, quae provenirent, si pr (3) Adeoque eaedem [...] navis suppositione. L 10 sed et | aliter *gestr.* | per se L 11 quod (1) est d (2) tardius L 12 celerius (1) moveatur (2) movebatur, L 12f. tardius (1) repelli (2) movebatur motum accipit (a) | motui priori *streicht Hrsg.* | alterius vicinorem seu (b) celeriorem seu [...] alterius vicinorem; L 13f. quod (1) tardius (2) celerius movebatur (a) motum accipit eodem mo (b) eodem modo motum accipit L 17–20 Est et [...] quam minimum (1) mutatur (2) natu (3) aberratur a scopo; [...] motum continuasset. *erg.* L

22f. ex superiori [...] incurrente: Vgl. S. 531.5–12.



[Fig. 1, gestr.]



[Fig. 2]

Si corpus incurrat in aliud minus quiescens, ipsum abripit[,] nam si incurreret in aequale quiescens ipsum propelleret quidem, sed ab eo sisteretur; nunc vero cum in minus incurrat, etiam minus ab eo impedietur, adeoque non sistetur, sed progredietur, id est abripit minus.

- 5 Si major sit proportio corporis currentis ad quiescens, major erit celeritas qua corpus incurrens post concursum progreditur. Nam cum major est haec proportio, minor erit resistentia, seu minus impedimentum, adeoque major celeritas progressus.

Sit corpus majus incurrens ut zx in corpus minus quiescens ut $z\gamma$ et celeritas qua progreditur majus, post concursum, sit $\gamma\delta$. Habebitur figura cuius vertex sit x , basis $z\beta$ erit ad $\gamma\delta$ ut celeritas incursus ad celeritatem residuam post concursum. Nam cum corpora sunt aequalia, seu cum corpus quiescens etiam est ut $[zx]$, id est cum ordinata est zx , tunc applicata est infinite parva, id est corpus incurrens quiescit; cum vero ordinata fit infinite parva, id est cum corpus excipiens est minimum seu nullum, tunc celeritas currentis est $z\beta$, id est manet ea quae fuerat. Ideo $z\beta$ repraesentat celeritatem incursus.

1–4 Am Rand: Hoc jam supra^[a] probavimus melius ex eo quod alioqui nec minimum a maximo abriperetur. Unde postea^[b] deduximus quietem aequalis. Non ergo per circumulum licet deducere ex quiete aequalis abreptionem minoris. Nisi forte^[c] quietem aequalis aliunde deduxerimus, v.g. ex similitudine effectus cum causa.

[a] supra: S. 530.15–18 [b] postea: S. 531.5–12 [c] forte (1) abreptionem (2) quietem L

2 vero | nunc streicht Hrsg. nach E, S. 73 | cum L 6 Nam (1) quo (2) cum L 8 incurrens erg. L 8 quiescens erg. L 8f. $z\gamma$ (1) eat (2) et celeritas [...] sit $\gamma\delta$. L 10f. concursum. (1) Nam cum ordinata $x\gamma$ est aequalis ipsi xz , seu cum γ cadit in z (2) Nam cum [...] est ut | $z\gamma$ ändert Hrsg. nach E, S. 74 | id est L 12 vero | cum vero streicht Hrsg. nach E, S. 74 | ordinata L

Linea $\beta\delta x$ nullum habet flexum contrarium, is enim non potest oriri nisi in compositis relationibus, qualis hic nulla est. Imo patet ex praecedentibus duabus, quia patet crescente $z\gamma$ decrescere $\gamma\delta$.

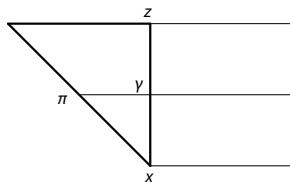
In absoluto parallelogrammo $\beta z x \theta$ producta $\gamma\delta$ tum ipsi $\beta\theta$ occurrat in λ , patet ipsum $\delta\lambda$ reprezentare vim corpori excipienti communicatam, est enim complementum ipsi $\gamma\delta$ ad $z\beta$. 5

Linea $\beta\delta x$ est recta seu celeritas incidentis residua uniformiter minuitur pro magnitudine corporis excipientis aucta, sive celeritates residue $\gamma\delta$, $(\gamma)(\delta)$ ejusdem corporis incidentis ut zx in diversa excipientia ut $z\gamma, z(\gamma)$ erunt inter se ut ipsae $x\gamma, x(\gamma)$ excessus corporis incidentis super excipientia. 10

2 *Über nulla zwischenzeilig:* (dubium)

3 *Über decrescere zwischenzeilig:* optime

4–6 *Am Rand, gestr.:* ^[a] $z\gamma$ corpus minus sit m erit $a + m$ corporum summa, et $a - m$ corporum differentia, ^[b] sit celeritas incursus e , erit [Text bricht ab.]



[Fig. 3, gestr.]

^[a] (1) zx aequ. a et (a) xy aequ. (b) $\gamma\pi$ aequ. y (2) $z\gamma L$ ^[b] differentia (1) sit z aequ. (2) sit celeritas incursus e , erit L

2 ex (1) praecedenti, quia (2) praecedentibus duabus, quia L 7f. minuitur (1) resistentia (2) res (3) pro magnitudine corporis | excipientis erg. | aucta, sive (a) ea est (b) pro au (c) celeritates residue (aa) ejusdem corporis incidentis sunt (bb) ut differ (cc) ad (dd) inter se (ee) $\gamma\delta$, $(\gamma)(\delta) L$

Haec propositio patet ex ipsa progressionis simplicitate, ubi non potest locum habere nisi vel hyperbola vel recta. Hyperbola autem non potest, ut tentanti patebit, deberet enim in ea $z\beta$ fieri infinita seu asymptotos. Non itaque dici potest celeritates incurrentis residuas esse in reciproca corporum excipientium magnitudine, nam ita corpore excipiente existente minimo fieret celeritas incurrentis infinita, quae tamen finita est, manet scilicet qualis erat.

1–6 *Am Rand:* Videamus quae fiat linea, si residuum in incurrente sit ad incursum, ut corporum differentia ad summam. Sit corpus majus constans m , corpus minus sit μ , quod variare ponatur, incursus sit autem certus et idem e ,^[a] et residua incurrentis celeritas quaeritur ϵ , fiet: $\frac{\epsilon}{e}$ aequ. $\frac{m-\mu}{m+\mu}$ seu ϵ aequ. $\frac{m-\mu}{m+\mu}e$, quae aequatio, positis m , e constantibus et μ , ϵ variatis, est ad hyperbolam. Ponatur $m-\mu$ aequ. d , fiet μ aequ. $m-d$ adeoque fiet ϵ aequ. $\frac{d}{2m-d}e$ quam ad hyperbolam esse patet. Hanc autem veram esse lineam suo loco^[b] demonstrabitur, non rectam.

^[a] idem e , (1) ponatur (2) et residua [...] quaeritur ϵ L ^[b] suo loco: Nicht ermittelt. In N. 586, Randbemerkung zu S. 586.7–10 hält Leibniz erstmals fest, dass die Linie $\beta\delta(\delta)x$ keine Gerade sein kann.

1 *Über progressionis simplicitate zwischenzeilig:* Imo non est simplex sed plura consideranda.

2 *Über Hyperbola [...] patebit zwischenzeilig:* Imo est hyperbola sed componuntur duarum hyperbolarum ordinatae.

3 incurrentis erg. L 4 excipientium erg. L 4f. ita (1) celeritate (2) corpore (a) existente (b) excipiente existente L 5 celeritas (1) excipientis infi (2) incurrentis infinita, L

2f. Hyperbola [...] asymptotos: Siehe über dieses Missverständnis FICHANT 1994, S. 198.

Celeritas residua $\gamma\delta$ corporis zx incurrentis in aliud minus $z\gamma$, est ad celeritatem incursus $z\beta$, ut differentia corporum $x\gamma$ est ad corpus majus sive incurrens zx . Patet ex praecedenti.

Corpus excipiens minus accipit vim ab incurrente perditam sed celeritate fertur tanto majore, quanto ipsum incurrente minus est. Patet: alioqui non servaretur vis eadem in summa. [2 v^o] 5

$$A(A) \ 6 \quad AC \ 2 \quad C(C) \ 4 \quad (A)((A)) \ 3 \quad (B)((B)) \ 6$$

$$(B) \qquad \qquad (A)$$

$$(C) \qquad \qquad B$$

$$B \qquad \qquad (B)$$

Ergo $((A))((B)) \ 3$. $((A))((C)) \ 1$. $(C)((A))$ aequ. $(A)((A))$ aequ. 3. et $(C)((C))$ aequ.

$(C)((A)) + ((A))((C))$. Ergo $(C)((C))$ aequ. 4 aequ. $C(C)$. Hinc patet viam centri 3 1

gravitatis hoc modo manere eandem.

10

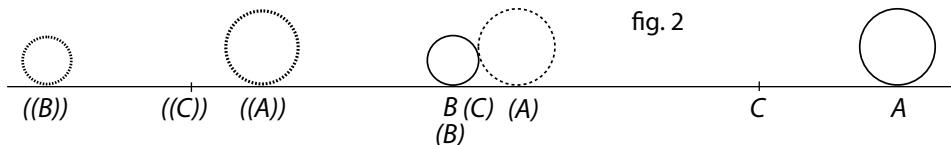


fig. 2

[Fig. 4]

1–3 Am Rand: Vis progressus incurrentis^[a] crescit pro incremento ejus supra aequalitatem. Vis impulsus recepti ab excipiente crescit^[b] pro incremento ejus versus aequalitatem.

[a] incurrentis erg. L [b] crescit (1) cum ejus magnitudine (2) pro incremento ejus L

3 Am Ende des Absatzes, zwischenzeilig: Error: non est linea recta.

1 $\gamma\delta$ erg. L 1 $z\gamma$ erg. L 4 minus (1) residuam (2) accipit L 4 ab incurrente perditam
erg. L 8 aequ. 3. | et gestr. | et $(C)((C)) L$

Calculo generaliore, $A(A)$ aequ. $A(C)$ aequ. AB aequ. $A(B)$ sit aequ. e . AC sit ad CB , ut b ad a . $\frac{AC}{CB} \sqcap \frac{b}{a}$. Ergo AC aequ. $\frac{b}{a+b}e$ et BC aequ. $\frac{a}{a+b}e$. $C(C)$ aequ. $e - \frac{b}{a+b}e$, aequ. $\frac{ae + be - be}{a+b}$ aequ. $\frac{ae}{a+b}$. $(A)((A))$ ad $A(A)$ ut $a - b$ ad a . Ergo ϵ aequ. $\frac{a-b}{a}e$, seu $e - \frac{b}{a}e$ aequ. $(A)((A))$. Sed $(B)((B))$ celeritas ipsius b quam vocabimus y , ducta

- 5 in b facit yb vim ipsi B communicatam, quae aequatur ipsi ae seu vi priori ipsius A , substracta vi residua, nempe $ae - be$, est ergo illa vis $ae, -ae + be$ seu est be , ergo be aequ. yb seu y aequ. e aequ. $(B)((B))$.

Hinc corpus majus incurrens minori quiescenti eam quam habebat ipsi tribuit celeritatem (quamvis non eam quam habebat ipsi tribuat vim.)

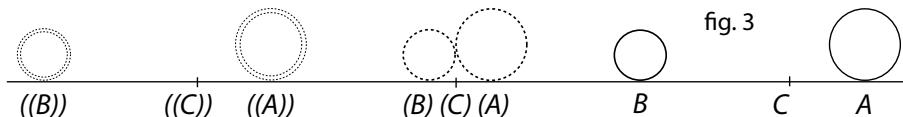


fig. 3

[Fig. 5]

1 Am Rand: errores

1 Am Rand, auf die Größe e bezogen: $e +$

1 sit erg. L 7 aequ. $(B)((B))$ erg. L 8 corpus (1) incurrens (2) majus incurrens L

Porro $((A))((B))$ aequ. $((B))(A) - (A)((A))$. Ergo $((A))((B))$ aequ. $\frac{b}{a}e$, et

$$\begin{array}{ccc} (B) & \overline{b} \\ e & 1 - \frac{b}{a}e \end{array}$$

 $((B))((C))$ aequ. $\frac{a}{a+b} \sim \frac{b}{a}e$. Ergo fiet $((B))((C))$ aequ. $\frac{b}{a+b}e$ aequ. AC et $(C)((C))$
aequ. $(B)((B)) - ((B))((C))$ aequ. $e - \frac{b}{a+b}e$ aequ. $\frac{ae}{a+b}$ ut ante.

Hinc ergo praecipua ducimus theoremata, in hoc casu corporis majoris in minus quiescens incurrentis, centrum gravitatis eadem progredi celeritate [et] distantiam corporum ante concursum esse ad distantiam eodem tempore (quantum concursui insumtum erat) post concursum acquisitam ut corpus incurrens ad excipiens. (Hinc cum aequalia sunt fit eadem). Denique corporis excipientis distantia a centro gravitatis post concursum aequatur distantiae corporis incurrentis a centro gravitatis ante concursum.

5

1 *Am Rand:* ^[a]Nota quantum intersit inter transpositionem ut subtractio appareat, nam $((A))((B))$ aequ. $(A)((B)) - (A)((A))$. non aequa ex literis at $((A))((B))$ aequ. $((B))(A) - (A)((A))$. ^[b]

^[a] Eckige Klammer von Leibniz. ^[b] Eckige Klammer vom Hrsg.

2 *Unter aequ. AC:* (mirum)

3 *Am Rand:* Corpora sumsi ut in puncto consistentia, ut (A) , (B) , (C) coincident; quia alias^[a] calculando comperi^[b] dimensionis ipsorum sive extensionis expressiones inter calculandum evanescere, et semper prodire idem; itaque compendio uti volui.

^[a] alias: Vgl. etwa N. 53, 499.11–500.3. ^[b] comperi (1) $\langle - \rangle$ (2) etiamsi magnitudinis ipsorum consideratio (3) dimensionis ipsorum L

9 *Am Ende des Absatzes, zwischenzeilig:* errores

4f. theoremata, (1) centrum grav (2) in hoc [...] centrum gravitatis L 5 et erg. Hrsg.
5–7 corporum (1) aequali tempore post (2) ante concursum [...] erat) post L 9 incurrentis (1) ab
eadem (2) ante concursum (3) a centro gravitatis ante concursum. L

3 ut ante: Vgl. S. 538.2–3.

Si corpus incurrat in minus antecedens dabit illi suam celeritatem. Nam quatenus communi feruntur celeritate, eam retinent ambo, velut si in navi ferrentur; at celerius sive insequens intelligi potest in illa navi ferri differentia celeritatum, et tardius sive antecedens, intelligi potest in navi quiescere. Ergo incurrens dabit ipsi suam celeritatem.

5 Idem vero retinet priorem communem, cum ergo nunc et sua celeritate priore et praeterea excessu alterius super suam priorem feratur, tota celeritate incurrentis feretur.

Calculo rem subjici proderit. Corpus A aequ. a , corpus B aequ. b . $A(A)$ celeritas prior corporis a , sit e . $B(B)$ celeritas prior corporis $[b]$, sit i . Erit AB distantia corporum aequ. $e - i$ et AC aequ. $\frac{b}{a+b}e - i$ et BC aequ. $\frac{a}{a+b}e - i$ et $C(C)$ aequ. $[A(A) - AC]$ (quia 10 ponimus puncta (A) , (B) , (C) coincidere, seu corpora A , B in puncto consistere) sive $e - \frac{b}{a+b}e - i$ sive $\frac{ae + be - be + bi}{a+b}$ sive $\frac{ae + bi}{a+b}$ aequ. $C(C)$.

Hinc patet potentiam (quae est etiam $ae + bi$) per summam corporum divisam, dare celeritatem centri gravitatis, hoc loco. Jam $(B)((B))$ aequ. $A(A)$ per hoc loco demonstrata, ergo y aequ. e . Habetur ergo punctum $((B))$, hinc vero facile invenietur et punctum $((A))$. Nam quia vis eadem servatur, ideo ponendo celeritates priores ut dixi e et i , posteriores ϵ et y , debet esse $ae + bi$ aequ. $a\epsilon + by$. Id est hoc loco $ae + bi$ aequ. $a\epsilon + be$.

1–4 *Am Rand:* Videndum an non eodem modo linea recta prodire debeat quoad motum excipientis. In eo erravimus, scilicet quod incurrentis quidem[,] non vero et excipientis[,] simplicem celeritatis expressionem quaesivimus.

1 *Über* celeritatem. Nam *zwischenzeilig*: error

11 *Am Rand:* errores

2f. ferrentur; (1) quatenus vero in celeriore sive insequente fertur differentia celeritatum exc (2) at celerius [...] differentia celeritatum, L 8 prior erg. L 8 B L ändert Hrsg. nach E, S. 78
9 A(A) – (A)C L ändert Hrsg. nach E, S. 78 10 ponimus (1) corpora (2) puncta L

13f. per [...] demonstrata: Siehe S. 538.4–7

Ergo $\frac{ae + bi - be}{a}$ aequ. ϵ , sive ϵ aequ. $e - \frac{b}{a}\overline{e-i}$ aequ. $(A)((A))$, id est $(A)((A))$ aequ. $(B)((B)) - \frac{b}{a}\overline{e-i}$, at eadem $(A)((A))$ aequ. $(B)((B)) - ((A))((B))$. Ergo $((A))((B))$ aequ. $\frac{b}{a}\overline{e-i}$ sive distantia corporum post concursum est ad distantiam corporum ante concursum, ut corpus excipiens ad incurrens, prorsus quemadmodum supra cum excipiens quiescere poneretur. Porro $((A))((C))$ aequ. $\frac{b}{a+b}\overline{e-i}$ seu $\frac{b^2}{a^2+ba}\overline{e-i}$, et $((B))((C))$ 5 aequ. $\frac{a}{a+b}\frac{\overline{b}\overline{e-i}}{a}$ aequ. $\frac{b}{a+b}\overline{e-i}$ aequ. AC . Porro $(C)((C))$ aequ. $(B)((B)) - ((B))((C))$ seu $e - \frac{b}{a+b}\overline{e-i}$, id est $(C)((C))$ aequ. $\frac{ae + be - be + bi}{a+b}$, seu $\frac{ae + bi}{a+b}$, ut antea $C(C)$. Ergo hic quoque centrum gravitatis eadem qua ante celeritate progreditur.

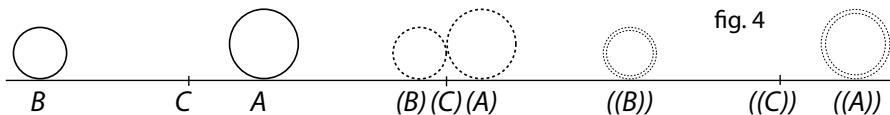


fig. 4

[Fig. 6]

1 $e - \frac{b}{a}\overline{e-i}$ (1). Ergo $((A))((B))$ | nempe $(B)((B))$ - erg. | erit aequ. $\frac{b}{a}\overline{e-i}$ id est distantia (2) aequ. (A) (a) ((B)) (b) ((A)) (3) aequ. (A)((A)), L 5 Porro (1) AC (2) ((A))((C)) L

4 supra: S. 539.5–7. 7 antea: S. 540.9–11. [Fig. 6]: Das Diagramm ist Gegenstand der Scheda II; vgl. N. 582, S. 543.3–544.2. Siehe hierzu FICHANT 1994, S. 80.

58₂. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA SECUNDA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 3, 6. Ein Bogen 2°, den Träger von N. 58₃ umschließend; ein Wasserzeichen auf Bl. 3. Vier vollbeschriebene Seiten, die den Text N. 58₁ fortsetzen und vom Text N. 58₄ fortgesetzt werden. Randbemerkungen zum Teil *post reformationem* verfasst (siehe die editorische Vorbemerkung, S. 528.4–16).
E FICHANT 1994, S. 80–88 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 200–207).

[3 r^o]De corporum concursu
Scheda secunda

Januar. 1678

Paulatim a simplicissimis inchoando ita profecimus in hoc argumento, ut jam teneamus
 10 quae sint corporum aequalium concurrentium quomodocunque leges; sed et quid contin-
 gat, quando corpus majus et celerius incurrit in minus et tardius (qui erat casus post
 aequalitatem facillimus); nunc definiendum est, quid fiat quando corpus minus et cele-
 rius incurrit in majus et tardius (nam tardius in celerius incurrire seu ipsum assequi non
 potest). Hunc autem casum ut solvere tentaremus assumseramus Lemma, quod elegans
 15 videtur, et omnibus primo aspectu rationi consentaneum videbitur. Si duo corpora post
 concursum a se invicem recedentia, eadem qua discedunt celeritate in locum concursus
 redire intelligentur, tunc post hunc novum concursum redibitur in statum qui erat ante
 primum concursum. Hoc Lemma praeterquam quod experimentis quibusdam jam apud
 20 alios sumtis consonat[,] etiam attente consideranti probabile apparebit[:] nam effectus
 omnis causam suam reproducere potest. Et quando facile demonstrari potest debere per
 regressum hunc prodire aliquid valde affine primo statui, tunc nulla poterit ratio reddi
 cur aliud potius, quam illud ipsum. Quae ratiocinatio apud me vim habet demonstra-
 tionis. Et paulo ante etiam a me adhibita est, cum in aequalibus corporibus ostenderem

14 casum (1) ut solvamus, assumendum est (2) ut solvere tentaremus assumseramus *L* 18 quod | in
 streicht Hrsg. | experimentis 19 consideranti (1) necessarium apparebat (2) probabile apparebit, *L*
 20 Et (1) cum facile demonstrari possit (2) quando facile demonstrari potest *L* 22 cur | non
 gestr. | aliud *L*

18f. apud alios sumtis: Vgl. etwa E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, partie I, prop. 20 (Paris 1673, S. 122; 125 f.); hierüber FICHANT 1994, S. 202. Leibniz hatte die Stelle in Paris exzerpiert (vgl. LSB VIII, 2 N. 50, S. 433.1–5) und sich auch später mit ihr befasst: Vgl. N. 42₃ in diesem Band, S. 413.1–9.
 23 paulo ante: Siehe N. 58₁, S. 533.9–17.

permutationem celeritatis. Sed ut Lemma hoc melius intelligatur, applicabimus ipsum ad casum de quo agitur.

Sit fig. 4 ad amussim respondens figurae 3, ita ut tantum *B* minus antea excipiens, fiat nunc incurrens, et *A* majus antea incurrens fiat nunc excipiens. Et loca post concursum intelligantur esse loca ante concursum et contra. Hoc modo enim nihil in figura 5 mutandum est, nisi in literarum et corporum punctuationibus,

nempe pro $((B))$ fit *B* et contra,

$((A))$ *A*

$((C))$ *C*

et pro  fit  et contra,



manent vero *(A)*, *(B)*, *(C)* et .

Id est ponamus in fig. 3. corpus majus *A* celeritate *A(A)* incurrisse in corpus minus *B* ipsum praecedens celeritate *B(B)*, locum concursus esse [puncta] *(A)*, *(B)* quae pono coincidere, quia compendii causa ut supra dixi corpora perinde considero ac si in punctum salvo pondere (quod appicta magnitudine exprimitur) redacta essent. Post concursum vero ut ostendimus corpus *B* progredi celeritate $((B))((B))$, corpus vero *A* celeritate $((A))$, id est eodem tempore quo *A* pervenit in *(A)* et *B* pervenit in *(B)* ante 10 concursum, etiam *(A)* perveniet in $((A))$ et *(B)* in $((B))$ post concursum. Fingamus jam ubi eo pervenere[,] iterum ea qua post concursum divergunt seu a se invicem discedunt celeritate retroagi ad concursum novum[:] nempe in fig. 4, *B* corpus minus celeritate *B(B)* incurrere in corpus majus *A* praecedens celeritate *A(A)*. Locum concursus esse *(B)*, *(C)*, *(A)*. Ajo post concursum *(B)* ire in locum $((B))$ respondentem ipsi *B* prioris 20 figurae, et *(A)* in locum $((A))$ etiam respondentem ipsi *A* prioris figurae. Unde sequitur

1 hoc (1) ejusque applicatio (2) melius intelligatur, applicabimus *L* 3 fig. 4 (1) ex (2) ad *L*
6 est, (1) tantum (a) pro (b) in literis (2) nisi in (a) literis et (b) literarum et corporum punctuationibus, *L* 10 majus erg. *L* 10f. minus erg. *L* 11 punctum *L ändert Hrsg.*
11f. quae (1) ponimus (2) pono *L* 12f. corpora (1) in rat (2) perinde considero [...] redacta es-
sent. *L* 15f. ante concursum erg. *L* 17f. iterum (1) retroagi (2) ea qua [...] celeritate retroagi *L*
21-S. 544.1 sequitur (1) centrum gravitatis eade (2) eandem semper [...] centri gravitatis *L*

3 fig. 4: Siehe N. 581, S. 541, Diagramm [Fig. 6]. 3 figurae 3: Siehe N. 581, S. 538, Dia-
gramm [Fig. 5]. 12 ut supra dixi: N. 581, S. 539, Randbemerkung. Siehe zudem S. 540.9–10.
14 ut ostendimus: Siehe N. 581, S. 540.13–14.

eandem semper vim servari[,] item eundem esse progressum centri gravitatis[,] nam in dicta fig. 4 – $C(C)$ aequ. $(C)((C))$.

Verum ex his jam patet hoc Lemma non posse habere locum, et ad modum probandi respondetur[:] si hoc loco demonstrari posset prius per regressum aliquid vicinum priori debere prodire, tunc methodo supra a me adhibita etiam demonstrari posset ipsum priori plane coincidere. Verum falsum est quod aliquid priori valde affine prodire debeat, nam contra potius in fig. 4 ipsum B incurrens in (A) non progredietur, sed repellitur in multis casibus, et absurdum est corpus minus majori tantam vim tribuere. Itaque Lemma [3 v°] eo tantum in casu adhibebimus, quo aliunde demonstrari potest effectum debere esse 10 valde vicinum priori inverso, tunc enim necessario idem plane erit.

Ut ergo nunc accuratius inquiramus in casum quo corpus minus impingit in majus, ita procedemus:

Si corpus minus in majus quiescens incurrat, incurrens repellitur. Nam quando in aequale quiescens incurrit sistitur, ergo cum in majus incurrit magis impedietur, id est 15 non tantum sistetur, sed et repelletur: alioqui majore objecto obstaculo non esset majus impedimentum. Quod absurdum est.

Rursus si corpus minus in majus quiescens incurrat, quiescens propellitur[,] alioqui enim nullam mutationem ab impulsu facto susciperet. Quod absurdum est.

Si major sit differentia corporum, eadem posita celeritate incursus[,] majore vi corpus 20 incurrens repelletur. Hoc patet.

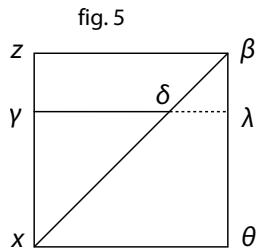
Si major sit celeritas incursus, iisdem positis corporibus, major erit vis repulsae. Patet etiam.

8 Am Rand, mit einem auf casibus bezogenen Verweiszeichen: Vel dicendum est eo ca-
su non debere unquam repelli. Et^[a] puto verum esse hoc lemma. Ex hoc solo lemmate
putem cuncta solvi posse.

^[a] Et (1) valde (2) verum (3) puto verum esse

3 patet (1) hunc (2) hoc L 7 fig. (1) 3 (2) 4 L 12f. procedemus: (1) Potest corpus minus
in majus incurrens, tam esse parvum, et tanta ferri celeritate, ut necessario repellatur (2) Si corpus [...]
incurrens repellitur. L 19 eadem posita celeritate incursus erg. L 20f. patet. (1) [non aequi-
dici potest, si major sit celeritas in (2) Si major sit celeritas incursus, L

20f. patet [...] incursus: Die eckige Klammer in der Textvariante (1) stammt von Leibniz.



[Fig. 1]

Sit corpus majus, seu excipiens ut zx , corpus incurrens ut $z\gamma$ et celeritas qua repellitur minus post concursum ut $\gamma\delta$ et fiat figura cuius basis $z\beta$ sit ad ordinatam $\gamma\delta$, ut celeritas incursus ad celeritatem repulsae. Patet hanc figuram habere basin finitam $z\beta$, et verticem in [quo] ordinatae evanescant ut x . Nam si γ incidat in x , seu si $z\gamma$ sit aequalis ipsi zx id est si corpus incurrens sit aequale excipienti, tunc repulsa erit nulla, adeoque illic ordinata quoque nulla est, seu in vertice evanescit. Contra si $z\gamma$ sit infinite parva, id est si ratio corporis excipientis ad incurrens sit ut infiniti ad finitum, vel quod idem est si corpus excipiens sit infiniti ponderis sive quod idem est immobile, tunc patet necessario corpus incurrens repellri tota vi incursum, quam ideo diximus repraesentari per $z\beta$. Patet etiam ex his lineam $\beta\delta x$ nullum habere flexum contrarium; et necessario valde 10 simplicem esse.

Linea $\beta\delta x$ est recta. Probatur eodem modo quo probavimus ad fig. 1, par enim ratio est, et illic successus ratiocinationes nostras confirmavit. Tametsi successus firmum satis argumentum non praebeat.

12 Über recta zwischenzeilig: error

1 incurrens ut (1) γx (2) $z\gamma L$ 2 ut $\gamma\delta$ (1) habebitur figura, cuius (a) fer (b) vertex x (2) et fiat figura | zx gestr. | cuius L 4 qua L ändert Hrsg. 4 ut x (1) quia (2). Nam L 4 $z\gamma$ (1) quae (2) sit L 7 id est si (1) corpus (a) incur (b) excipiens sit infinitae molis, vel si corpore (aa) excipiente (bb) existente finito, (aaa) corpus exc (bbb) corpus ac proinde (2) | id est si streicht Hrsg. nach E, S. 82 | ratio corporis [...] ad finitum, L 8 ponderis (1) adeoque immobile, tunc co (2) sive quod [...] immobile, tunc L 13 confirmavit. (1) Verum succes (2) Tametsi successus L

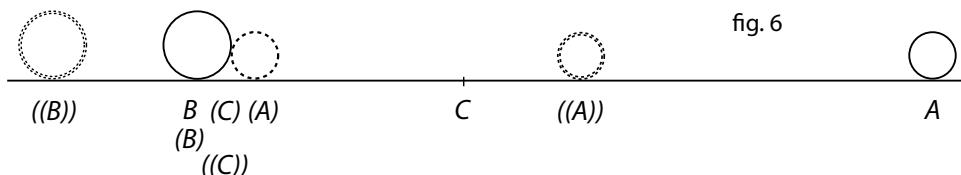
1 ut zx : Siehe das Diagramm [Fig. 1]. 12 quo probavimus: Vgl. N. 581, S. 535.7–536.6.
12 fig. 1: Siehe N. 581, S. 534, Diagramm [Fig. 2].

Hinc ergo: Celeritas repulsae $\gamma\delta$ corporis minoris $z\gamma$ in majus quiescens zx incurrit ad celeritatem incursus $z\beta$ ut differentia corporum $x\gamma$ est ad corpus majus seu excipiens xx . Huic theoremati si comparetur superius de corpore [majore in minus] quiescens incurrente, tunc unum commune ab illis animo abstrahi potest hoc modo:

5 Si corpus incurrit in aliud quiescens, erit celeritas incurrentis post concursum ad celeritatem incursus, ut differentia corporum est ad corpus majus. Eo tantum discrimine, quod incurrens minus excipiente repellitur, majus excipiente progrereditur; aequale sistitur.

Hinc sequitur eadem posita celeritate iisdemque positis corporibus eandem esse celeritatem in incurrente residuam, sive incurrens sit majus sive minus. [6 r°]

10 Calculus igitur minore in majus incurrente institui potest ad imitationem superioris fig. 2, ubi majus occurrerat in minus. Exempli causa sit fig. 6 corpus A ut 1, corpus B ut 2, distantia eorum AB sit ut 12. Erit ergo et $A(A)$ celeritas corporis A aequal. 12, quia puncta (A) , B , (B) coincidunt. Differentia corporum 1 est ad corpus majus 2, ut 1



[Fig. 2]

1–3 *Am Rand*: error

5f. *Am Rand*: Imo ut differentia corporum ad corporum summam.

8f. *Am Rand*: Haec propositio vera manet.

1 $\gamma\delta$ erg. L 1 $z\gamma$ erg. L 1f. quiescens | zx erg. | (1) est (2) incurrentis est L 3f. comparetur (1) praecedens (2) superius de corpore | minore in majus ändert Hrsg. nach E, S. 83 | (a) incurrente, unu (b) quiescens incurrente, tunc unum L 5 Si (1) duo (2) corpus L 6 ad (1) majus (2) corpus majus. L 7 repellitur, | at gestr. | majus L 10 ad (1) exemplum (2) imitationem L 11 fig. 6 erg. L

3 superius: Vgl. N. 581, S. 537.1–3. Siehe zudem ebd., S. 539.4–7. 11 fig. 2: Siehe N. 581, S. 537, Diagramm [Fig. 4]. 11 fig. 6: Das Diagramm [Fig. 2].

ad 2. Ergo celeritas repulsae corporis minoris erit ad 12 celeritatem incursus, ut 1 ad 2, id est erit 6. Ergo $(A)((A))$ erit 6. Residua autem vis transferetur in corpus B , est autem ea vis 6, sed corpori B , quod duplo majus est, tantum celeritatem tribuit ut 3. Ergo $(B)((B))$ aequ. 3. Adeoque $((A))((B))$ aequ. 9, quae est distantia acquisita post concursum.

Ut autem et centri gravitatis viam investigemus, patet AC esse aequ. 8. Ergo $C(C)$ aequ. 4. Et quia $((A))((B))$ aequ. 9, erit $((B))((C))$ aequ. 3, et $((A))((C))$ aequ. 6, id est (C) et $((C))$ coincident, sive in hoc quidem exemplo in numeris sumto, centrum gravitatis in loco concursus quiescat. Falsum ergo est in omni casu concursuum centrum gravitatis in eadem semper aequabiliter pergere recta.

[Calculo] generaliori, $A(A)$ aequ. e aequ. AB . Et AC aequ. $\frac{b}{a+b}e$ et BC aequ. $\frac{a}{a+b}e$ 10 aequ. $C(C)$. Porro $(A)((A))$ ad $(A)A$ ut $b-a$ ad b , seu $(A)((A))$ sive ϵ aequ. $\frac{b-a}{b}e$, sive aequ. $e - \frac{a}{b}e$. Ergo $A(A) - (A)((A))$ aequ. $\frac{a}{b}e$ aequ. $A((A))$. Jam $a\epsilon + by$ aequ. ae . Ergo $\frac{ae - a\epsilon}{b}$ aequ. y seu y aequ. $\left(\frac{ae}{b} - \frac{a}{b}e\right) + \frac{a^2}{b^2}e$, et $((A))((B))$ aequ. $e - \frac{a}{b}e + \frac{a^2}{b^2}e$, seu $((B))(B) + (B)((A))$ nempe $y + \epsilon$, aequ. $((A))((B))$. Ergo $y + \epsilon - \frac{a}{b}e$, seu $((A))((B)) - (A)$

5 Am Rand: $\frac{\epsilon}{e} \sqcap \frac{b-a}{b}$

10 Am Rand, gestr.: Videtur hic commissus error ingens, nam ϵ deberet esse necessario minor quam e , quod tamen non contingit, si b major 2a.

14 Am Rand, gestr.: $((A))((B))$ aequ. $\frac{2a^2e + b^2e - 2abe}{ab}$

5 esse erg. L 8 in (1) locum (2) loco L 10 Calculi L ändert Hrsg. 12 $A(A) - (A)((A))$
aequ. $\frac{a}{b}e$ (1) id est iter quod corpus A percurrit incursu et repulsa est ad iter quod solo incursu percurrit, ut corpus excipiens ad incurrens. Idque in priori casu quoque (ubi minus in minus incurrebat) verum erat ut summa (2) aequ. $A((A))$. L 13 et $((A))((B))$ aequ. $e - \frac{a}{b}e + \frac{a^2}{b^2}e$ erg. L
14 $((B))(B) + (B)((A))$ (1) seu (2) nempe L 14 $y + \epsilon$, (1) aequ. $\frac{2ae}{b} - e, + \frac{b}{a}e - e$, seu $\frac{2ae}{b} + \frac{b}{a}e - 2e$
(2) aequ. $((A))((B))$. L 14–S. 548.1 Ergo $y + \epsilon - [...]$ aequ. $\overline{1 - | 2\frac{a}{b} + erg. Hrsg. | \frac{a}{b}[2]} e. erg. L$

$$\begin{aligned}
 A((A)) \text{ aequ. } & \overline{1 - [2\frac{a}{b} +] \frac{a}{b} \boxed{2}} e. \quad AC \text{ aequ. } \frac{b}{a+b}e, BC \text{ aequ. } \frac{a}{a+b}e, ((A))((C)) \text{ aequ. } \\
 & \frac{be}{a+b}, 1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, ((B))((C)) \text{ aequ. } \frac{ae}{a+b}, 1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, \text{ seu } (C)((C)) \text{ est differentia inter} \\
 & ((A))(A) \text{ et } ((A))((C)) \text{ seu inter } \epsilon \text{ et } \frac{b}{a+b} \overline{y+\epsilon}, \text{ id est inter: } e - \frac{a}{b}e \text{ et } \frac{be}{a+b}, 1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}. \\
 & (C) \\
 & (C)((C)) \sqcap \pm e \pm \frac{a}{b}e, , \pm \frac{be}{a+b} \overline{1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}}, \text{ id est:} \\
 & 5 \quad \frac{\pm eab \cancel{\frac{\pm eb^3}{\circlearrowleft}} \cancel{\frac{\pm ea^2}{\cancel{\frac{\pm eab^2}{\times}}}} \cancel{\frac{\pm eb^3}{\times}} \cancel{\frac{\pm eab^2}{\times}} \cancel{\frac{\pm ea^2}{\cancel{\frac{\pm eab^2}{\times}}}}}{ab + b^2} \sqcap e, \frac{a}{b}, \frac{\pm b \pm 2a}{a+b}.
 \end{aligned}$$

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

$$\begin{aligned}
 \text{Seu } e, \frac{a}{b}, \pm 1 - \frac{a}{a+b} \text{ aequ. } e, \frac{a}{b}, \pm \frac{b}{a+b} \text{ aequ. } e, \frac{a}{b}, \frac{\cancel{\frac{\pm a}{\circlearrowleft}} \cancel{\frac{\pm b}{\circlearrowleft}} \cancel{\frac{\pm a}{\circlearrowright}}}{a+b} \text{ aequ. } e, \frac{a}{b}, \pm \frac{b}{a+b}, \text{ aequ. } e, \pm \frac{a}{a+b}, \text{ id} \\
 \text{est } (C)((C)) \text{ aequ. } C(C); \text{ quod est memorabile seu via centri gravitatis manet eadem.}
 \end{aligned}$$

5 Am Rand: $\dagger \sqcap +$

$$\begin{aligned}
 & 2 \frac{be}{a+b}, (1) \frac{2ae}{b} + \frac{b}{a}e - 2e \quad (2) \overline{1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}}, L \quad 2 \frac{ae}{a+b}, (1) \frac{2ae}{b} + \frac{b}{a}e - 2e \quad (2) \overline{1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}}, L \\
 & 2 (C)((C)) | \text{ aequ. streicht Hrsg. nach E, S. 84 | est } L \quad 3f. e - \frac{a}{b}e \text{ et } (1) \frac{b}{a+b}, \frac{2ae}{b} + \frac{b}{a}e - 2e \text{ seu} \\
 & | \text{ inter erg. } | \frac{\boxed{ab^2} + b^3 - a^2b \boxed{-ab^2}}{a^2b + ab^2}, \text{ et } \frac{2a^2b + b^3 - 2ab^2}{a^2b + ab^2} \text{ seu } \boxed{\pm b^3} \cancel{\pm a^2b \pm 2a^2b} \boxed{\pm b^3} \cancel{\pm 2ab^2}, \sim \frac{e}{a^2b + ab^2} \text{ seu} \\
 & \cancel{\pm 2ab^2} \cancel{\pm a^2b} e \text{ aequ. } \frac{\cancel{\pm 2b \pm a}}{a+b} e \text{ aequ. } (C)((C)). (2) \frac{be}{a+b}, 1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}. (C)((C)) \sqcap \pm e \pm \frac{a}{b}e, , \pm \frac{be}{a+b} \overline{1 - \frac{a}{b} + \frac{a^2}{b^2}}, \\
 & L
 \end{aligned}$$

Ex his appareat hic eadem non posse manere viam centri gravitatis. Nihil est tamen quod me a sententia demovere possit. Nam si facias $b \square a$ videbis recte omnia procedere.

Praeterea, si parallelogrammum absolvamus fig. 5, patet vim quae communicatur corpori in quod incurritur esse complementum $\delta\lambda$, eam autem vim continue crescere, prout corpus incurrens crescit[,] cum contra vis repulsae $\gamma\delta$ crescat prout corpus repellens crescit, et eadem est progressio qua vis repulsae crescit incremento excipientis supra aequalitatem, cum illa qua vis impulsus crescit (incremento seu ascensu impellentis versus aequalitatem, seu) decremento excipientis infra aequalitatem. Id est progressio ipsarum $\gamma\delta$ ab x versus z est eadem cum progressionе ipsarum $\lambda\delta$ a β versus θ , unde sequitur necessario $\beta\delta x$ esse rectam, qui modus probandi notandus est. Item vis repulsae crescit 10 incremento excipientis supra aequalitatem, quemadmodum supra vis impulsus crescebat decremento excipientis infra aequalitatem. [6 v^o] 5

Nimirum quatuor habemus propositiones certas[.]

1f. *Am Rand:* Non mirari debemus^[a] non manere viam centri gravitatis vel distantiam eadem, nam utrumque nisi motu perpetuo admisso impossibile esse demonstravi peculia-ri scheda^[b] secundo secunda hic^[c] inserta. [*Nachträglich hinzugefügt:*] Imo paralogismus in illa scheda.

^[a] debemus (1) nec (2) non L ^[b] scheda secundo secunda: Vgl. N. 583, S. 556.11–557.10. ^[c] hic erg. L

1 appareat (1) non (2) et (3) hic eadem non L 1 gravitatis | , nec alia superiorum calculorum compendia hinc observari patet etiam hinc si $2b$ aequ. a centrum gravitatis quiescere post concursum. *gestr.* | Nihil L 2 si (1) faciamus (2) facias L 5 crescit (1) vi (2) cum contra vis L 6f. et (1) videtur (2) eadem est (a) ratio qua vis repellens crescit per impulsam (b) progressio qua vis repulsae crescit (aa) proportione repellentis usque ad aequa (bb) incremento (aaa) repellentis (bbb) excipientis supra aequalitatem, L 8–10 aequalitatem. (1) Quo posito $\beta\delta x$ (2) Id est [...] progressionе ipsarum $\lambda\delta$ (a) ab (b) a β [...] necessario $\beta\delta x L$

3 fig. 5: Das Diagramm [Fig. 1] auf S. 545. 11f. quemadmodum [...] aequalitatem: Vgl. N. 581, S. 535.4–6.

I^o cum incurrens est majus, excipiens minus fig. 7

[1] Vis progressus $\gamma\delta$ currentis zx crescit pro incremento ejus $x\gamma$ supra aequalitatem cum $z\gamma$ (seu pro decremente $x\gamma$ excipientis $z\gamma$ infra aequalitatem cum zx .)

[2] Vis impulsus $\lambda\delta$ recepti in excipiente $\beta\lambda$ vel $z\gamma$ crescit pro incremento ejus $\beta\lambda$ versus aequalitatem cum $\beta\theta$ vel zx (seu pro decremente $\beta\lambda$ currentis $\beta\theta$ invariati versus aequalitatem cum $\beta\lambda$, nam incrementum ipsius $\beta\lambda$ in casu ipsius $\beta\theta$ invariati est decrementum ipsius $\beta\theta$ versus aequalitatem).

II^o cum incurrens est minus, excipiens majus fig. 8

[3] Vis repulsae $\gamma\delta$ currentis $z\gamma$ crescit pro decremente ejus $x\gamma$ infra aequalitatem cum zx , seu pro incremento $x\gamma$ excipientis zx supra aequalitatem cum $z\gamma$.

[4] Vis impulsus $\lambda\delta$ recepti in excipiente $\beta\theta$ crescit pro decremente ejus $\beta\lambda$ versus aequalitatem, id est, quia ipsum ut invariatum consideratur[,] pro incremento ipsius excipientis $\beta\lambda$ versus aequalitatem cum $\beta\theta$.

Hae propositiones ex prioribus certae sunt, sed non sequitur hinc lineam $\beta\delta x$ esse rectam, seu quando dicitur aliquid crescere pro alterius incremento vel decremente, crescere in eadem cum eo ratione; nisi ponendo eandem esse progressionem in prop. 2 quae in prop. 1, et in prop. 4 quae in prop. 3.

Unaquaque ex his propositionibus est duplicata. Seu virtute sunt octo, et si pro virium incremento substitueretur decrementum, fierent aliae octo, in summa 16.

Aliae figurae condi possunt in quibus invariato manente minore, mutatur majus.

1–13 *Am Rand:* Hae propositiones manent certae, etiam postquam aliarum paralogismum deprehendimus.

1 I^o cum [...] minus fig. 7 erg. L 2 $\gamma\delta$ erg. L 2 $x\gamma$ erg. L 3 cum $z\gamma$ erg. L 4 $\lambda\delta$ erg. L 4 $\beta\lambda$ vel $z\gamma$ erg. L 4 ejus | $\beta\lambda$ erg. | (1) supra (2) versus L 5 cum $\beta\theta$ vel zx erg. L
5 $\beta\lambda$ erg. L 5f. currentis (1) | $\beta\theta$ erg. | infra (2) $\beta\theta$ (a) versus aequalitatem (b) invariati versus aequalitatem L 9 $\gamma\delta$ erg. L 9 $z\gamma$ erg. L 9 decremente (1) | $x\gamma$ streicht Hrsg. | (2) ejus $x\gamma$ L 9f. cum zx erg. L 10 $x\gamma$ erg. L 10 zx erg. L 11 $\beta\lambda$ (1) infra (2) versus L
12f. incremento (1) | $\beta\lambda$ streicht Hrsg. | (2) ipsius excipientis $\beta\lambda$ L 13f. cum (1) ipso (2) $\beta\theta$
(a) Poterimus et alias enuntiare propositiones sumendo (b) Hae propositiones L 16 nisi (1) constet
(2) ponendo eandem esse L 18 duplicata. (1) Et si vis (2) Seu virtute L

1 fig. 7: Das Diagramm [Fig. 3] auf S. 551. 2 [1]: Eckige Klammern von Leibniz. 4 [2]:
Eckige Klammern von Leibniz. 8 fig. 8: Das Diagramm [Fig. 4] auf S. 551. 9 [3]: Eckige
Klammern von Leibniz. 11 [4]: Eckige Klammern von Leibniz.

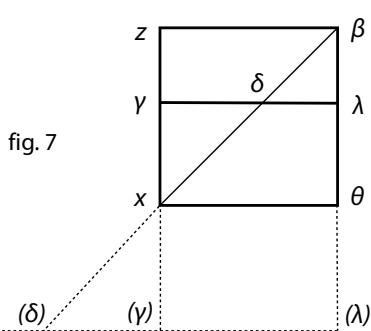


fig. 7

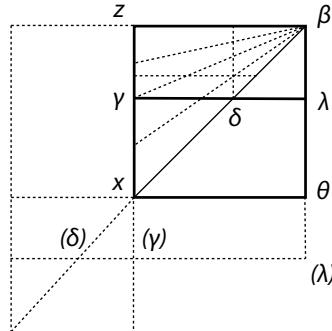


fig. 8

[Fig. 3]

[Fig. 4]

Jungamus inter se majus et minus[:] I^o cum incurrens variatur excipiens manet, fig. 8. Vis vel repulsae vel progressus, id est vis retenta incurrentis $\beta\lambda$ est in fig. 8 ordinata $\delta\gamma$ a linea $\beta\delta x(\delta)$ ad rectam $z\gamma x(\gamma)$, sive $\gamma\delta$ vel $(\gamma)(\delta)$ celeritas incurrentis $z\gamma$ vel $z(\gamma)$ post concursum est ad vim incursus seu rectam $[\delta\lambda]$ vel $[(\delta)(\lambda)]$ ut differentia magnitudinum $x\gamma$ vel $x(\gamma)$ ad corpus [minus] $z\gamma$ vel $z(\gamma)$. Hinc sequetur illud memorabile, incurrente 5

5–S. 552.2 *Am Rand:* Haec vera manent.

1 Jungamus inter [...] et minus *erg. L* 1 variatur (1) majus (2) excipiens *L* 2 retenta (1) $\lambda\delta$
 (2) incurrentis $\beta\lambda$ (a) crescit pro magnitudine ipsius incurrentis, id est si magni (b) (– sit) (c) est in
 fig. 8 ordinata $\delta\lambda$ *L* 4 ad (1) celeritatem (2) vim *L* 4f. incursus (1) $x\theta$ vel $(x)\theta$ (2) seu
 rectam | $\gamma\lambda$ ändert Hrsg. | vel | $(\delta)\lambda$ ändert Hrsg. | (a) (sed haec expressio non placet, quia hoc modo
 variatur vis incursus, quam eandem manere volebam, non minus ac excipiens, (b) | id est streicht Hrsg. |
 (c) ut differentia [...] ad corpus | majus ändert Hrsg. | $z\gamma$ vel $z(\gamma)$. *L* 5 memorabile, (1) excipiente
 (2) incurrente *L*

1 I^o cum [...] manet: Der symmetrische zweite Fall, bei dem der stoßende Körper unverändert bleibt und der gestoßene variiert, wird erst in der *Scheda III* (N. 584, S. 560.11–12) besprochen. Vgl. auch die Variante (2) zum Textabschnitt $(\gamma)(\lambda)$. *Notanda permutatio est*, S. 552.2–3. 4 $[\delta\lambda]$ vel $[(\delta)(\lambda)]$: Dem Text liegt offenbar eine Schwankung zwischen den konstanten *celeritas incursus* $z\beta$ (bzw. $\gamma\lambda$ bzw. $x\theta$) und den variablen, von der Masse des stoßenden Körpers abhängigen *vis incursus* zugrunde. Die besagte Schwankung wird besonders in der Variante (2a) zum Textabschnitt *incursus* [...] $z\gamma$ vel $z(\gamma)$ (S. 551.4–5) deutlich. Siehe auch FICHANT 1994, S. 87, Anm. 3. 5 corpus [minus] $z\gamma$ vel $z(\gamma)$: Siehe hierüber FICHANT 1994, S. 87, Anm. 4.

$z(\gamma)$ utcunque crescente super excipiens, et vi seu (h. l.) celeritate incurrentis $[(\delta)(\lambda)]$ proportionaliter crescente, vim impulsus ab excipiente suscepti manere eandem $(\gamma)(\lambda)$.

Notanda permutatio est in figura 8, nempe manente excipiente, et observatis regulis nostris, $\delta\lambda$ quae erat primum excipientis zx , [fit] postea $(\delta)(\lambda)$ incurrentis $z(\gamma)$, item $\gamma\lambda$ erat primum incursus, fit postea $(\gamma)(\lambda)$ excipientis.

In eadem fig. 8 vis ab excipiente zx suscepta $\delta\lambda$ crescit continue in proportione incurrentis[,] posito [celeritatem] incursus manere eandem $\gamma\lambda$, donec excipiens zx fiat minus incurrente $z\gamma$. Nam tunc vi incursus $(\delta)(\lambda)$ crescente continue, vis ab excipiente suscepta manet eadem, ea scilicet ipsa quae antea erat vis incursus. Ut proinde intra vim incursus, et vim ab excipiente susceptam elegans sit reciprocatio.

Illud nonnihil confusum videtur, quod si pro vi retenta incurrentis eadem manent literae in fig. 8, sive majus sit sive minus excipiente, non possint tamen eadem manere literae pro vi excipientis et incursus. Sed qui figuram considerabit, facile videbit quomodo docunque linea $\beta\delta x(\delta)$ conciperetur, id est etiamsi non esset recta, tamen id futurum esse.

Notandum praeterea posito ex praecedentibus $x(\delta)$ esse rectam, ubi de incursu majoris in minus agebatur, ideo nunc nihil esse credibilius, quam etiam $x\delta$ esse rectam, quando de incursu minoris in majus agitur.

16–18 *Am Rand:* Error utrobique.

1 crescente (1) et (2) vim communicatam (3) super excipiens L 1 seu (h. l.) celeritate erg. L
 1 $\delta\lambda$ erg. L , ändert Hrsg. 2 crescente, (1) impulsum (2) vim impulsus L 2f. $(\gamma)(\lambda)$. (1) Contra
 incurrente $z(\gamma)$ utcunque decrescente et vi incursus eadem manente $\gamma\lambda$ (2) II^o cum (3) Notanda
 permutatio est L 4 zx , (1) fit (2) | et ändert Hrsg. | postea $(\delta)(\lambda)$ | fit streicht Hrsg. | incurrentis L
 4–6 $z(\gamma)$, (1) ea vocetur $(\delta)(\lambda)$ (2) item $\gamma\lambda$ (a) quae erat primum (aa) excipientis (bb) incurrentis
 (b) erat primum [...] $(\gamma)(\lambda)$ excipientis. (aaa) Sed jam video figuram nostram nullo modo procedere.
gestr. (aa) In eadem fig. 8 L 6 zx erg. L 6f. suscepta (1) manet (2) $\delta\lambda$ crescit continue in
 proportione (a) excipientis (b) incurrentis | posito | vim ändert Hrsg. | incursus manere eandem $\gamma\lambda$ erg. |
 (aa) et p (bb) donec L 7 zx erg. L 11 nonnihil (1) animum d (2) confusum L 11 pro
 (1) vi incurrentis eadem ma (2) vi retenta incurrentis eadem manent L

1 seu (h.l.) celeritate: Die Gleichsetzung von *vis* und *celeritas* ist gerade an dieser Stelle nicht zulässig. Denn die Stoßgeschwindigkeit $z\beta$ bzw. $\gamma\lambda$ bleibt hier konstant, während die Stoßkraft je nach Variierung der Masse des stoßenden Körpers variiert. 1 (h. l.): *hoc loco* 9 antea: Nämlich zu dem Punkt, als $z\gamma$ und zx gleich waren. 16 ex praecedentibus: Vgl. N. 58₁, S. 535.7–536.6; N. 58₂, S. 545.10–13.

58₃. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA SECUNDO-SECUNDA**Überlieferung:**

L Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 4–5. Ein Bogen 2°, im Textträger von N. 582 umschlossen; ein Wasserzeichen auf Bl. 4. Vier Seiten; Textfolge (nur zum Teil von Leibniz festgelegt): Bl. 4 r°, 5 r°, 4 v° und 5 v°; ein Kustos am Ende von Bl. 4 v° verweist auf den Anfang von Bl. 5 v°. Bl. 4 r° ist um drei Viertel leer; Bl. 5 r° ganz gestrichen. N. 58₃ knüpft inhaltlich 5 an N. 58₂ (S. 549) an; eine Randbemerkung weist dort auf den Zusammenhang mit N. 58₃ hin. Siehe zur Textgenese von N. 58₃ die editorische Vorbemerkung, S. 528.20–38.

E FICHANT, 1994, S. 89–92 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 208–212).

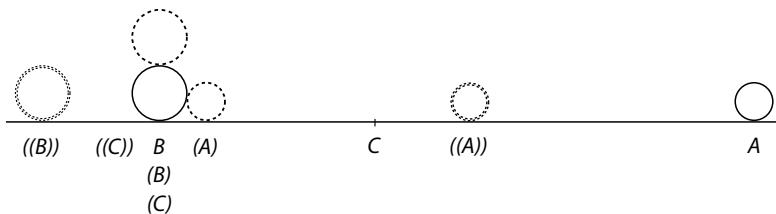
[4 r°]

Scheda secundo-secunda

Nota[:] haec scheda recte concludit non posse servari centri gravitatis viam eandem, 10 aut eandem distantiam, posita eadem semper quantitate motus. Verum absolute male concludit quod distantia et via centri non serventur, falsa est enim hypothesis Cartesiana de servanda motus quantitate.

[Textfragment am Rand von Bl. 4 r°, mit dem Text auf Bl. 5 v° zusammenhängend:]

am² aequ. b². Si ponamus viam centri gravitatis manere eandem pariter ac distantiam[,] 15 habebimus has duas aequationes ae² + by² aequ. ae² et a [bricht ab.] [5 r°]



[Fig. 1, gestr.]

10 servari (1) centrum gravitatis et (2) centri gravitatis viam L 15 eandem (1) et vero constat esse (2) pariter ac distantiam L 16 aequationes (1) quando (2) $ae^2 + by^2$ aequ. ae^2 et a L

10 haec scheda: Damit könnte auch die *Scheda II* (N. 58₂) gemeint sein, mit der N. 58₃ sowohl der Überlieferung nach wie auch inhaltlich zusammenhängt. 12f. hypothesis [...] quantitate: Vgl. R. DESCARTES, *Principia philosophiae*, pars II, §§ 40–43 (Amsterdam 1644, S. 57–59; DO VIII.1, S. 65–67).

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Cum corpus minus A incurrit in majus B certum est minus repellit, videamus saltem an hoc conciliari possit cum via centri gravitatis eadem manente. Nam quando corpus majus incurrit in minus eadem manet via centri gravitatis.

5 $A(A)$ aequ. AB aequ. $A(B)$ aequ. $A(C)$ aequ. e . $\frac{AC}{BC}$ aequ. $\frac{b}{a}$ et $AC + BC \sqcap e$. Ergo $AC \sqcap e - BC$
 et rursus AC aequ. $\frac{b}{a}BC$, ergo $e - BC \sqcap \frac{b}{a}BC$ seu BC aequ. $\frac{e}{b}$ aequ. $\frac{a}{a+b}e$, et AC aequ. $\frac{b}{a+b}e$,
 ergo et $C(C)$ aequ. $\frac{a}{a+b}e$, est enim BC aequ. $C(C)$. Ponamus jam et $(C)((C))$ aequ. κ , et corporum
 distantia secunda $((A))((B))$ sit δ , patet fore $((B))((C))$ aequ. $\frac{a}{a+b}\delta$ et $((A))((C))$ aequ. $\frac{b}{a+b}\delta$. Porro
 $((B))((C)) + ((C))(C)$ aequ. $((B))(C)$, et $((B))(C)$ hoc loco $((B))(B)$, seu y . Ergo y aequ. $\frac{a}{a+b}\delta + \kappa$,
 10 seu $\frac{a}{a+b}\delta + \frac{a}{a+b}e$. Est autem δ aequ. $y + \epsilon$ et $a\epsilon + by$ aequ. ae . Ex his jam eruendum quod quaeritur[:] aequationes sunt δ aequ. $y + \epsilon$, y aequ. $\frac{a}{a+b}\delta + \frac{a}{a+b}e$, denique $a\epsilon + by$ aequ. ae . Tollendo primum δ fiet: y aequ. $\frac{a}{a+b}\overline{y + \epsilon} + \frac{a}{a+b}e$ seu fiet $(ay) + by$ aequ. $(ay) + a\epsilon + ae$, seu fiet: $by - a\epsilon$ aequ. ae , at rursus $by + ae$ aequ. ae . Ergo $(by) - a\epsilon$ aequ. $(by) + a\epsilon$, seu $2a\epsilon \sqcap 0$. Quod est absurdum.

Et vero rem calculo exutam[,] in lineis demonstrare majus operae pretium erit. Si via centri gravitatis in easdem procedit partes, seu si $(C)((C))$ aequ. $(C)C$, erit $(B)((B))$ major quam $(C)((C))$, vis ipsius corporis B nove acquisita yb erit $\frac{a}{a+b}be + m^2$ seu major quam b in $(C)((C))$ vel $C(C)$. Vis autem corporis a qua repellitur sit aliqua $a\epsilon$ quantulacunque[:] utique quia vis non augetur, debet $yb + a\epsilon$ aequari ae , id est $ae \sim \frac{b}{a+b},, + m^2,, + a\epsilon$ debet aequari ae seu $m^2 + a\epsilon \sqcap ae \sim 1 - \frac{b}{a+b} \sqcap \frac{a}{a+b}ae$. Jam

2 A erg. L 2 B erg. L 4f. gravitatis. (1) $A(A)$ via celeritas incursus vocetur e . aequal. A (2) $A(A)$ aequ. [...] aequ. e . L 7f. aequ. κ , (1) patet esse (2) et corporum distantia secunda $((A))((B))$ | distantia gestr. | sit δ , patet L 11 $\frac{a}{a+b}e$ (1) $\sqcap \frac{a+a}{a+b}\delta + \epsilon$ seu y aequ. $\frac{a}{a+b}A((B))$ (2) denique $a\epsilon + by$ aequ. ae . L 14 vero (1) ut (2) rem L 15 $(C)C$, | utique gestr. | erit L 15f. quam $(C)((C))$, (1) et si $((A))$ repellitur erit $((A))((B))$ (2) sed fingatur esse aequalis erit, utique (3) vis L 17 quantulacunque, (1) utique patet (2) utique quia [...] augetur, debet L

2f. Cum [...] manente: Siehe N. 582, S. 547.5–9; 549.1–2. 10 seu $\frac{a}{a+b}\delta + \frac{a}{a+b}e$: Die als Abstand $((C))(C)$ definierte Größe κ wird hier dem Abstand $C(C)$ bzw. BC gleichgesetzt. Dies entspricht der Annahme, dass der Schwerpunkt sich nach dem Stoß gleichermaßen fortbewegt wie zuvor. Im Folgenden wird diese Annahme *ad absurdum* geführt.

$((C))((A))$ aequ. $\frac{m^2}{b} \sim \frac{a}{a+b}$, unde si auferatur $((C))(C)$ seu $\frac{b}{a+b}e$, fiet ϵ . Ergo $\frac{m^2}{b} \sim \frac{a}{a+b}, -\frac{b}{a+b}e$ aequ. ϵ , at idem ϵ aequ. $\frac{a}{a+b}e - \frac{m^2}{a}$. Ergo $\frac{m^2}{b} \sim \frac{a}{a+b} + \frac{m^2}{a} \sqcap e$, seu $\frac{m^2a^2 + m^2ab + m^2b^2}{ab, a+b} \sqcap e$. In quibus nullum video absurdum, nam fiet: $m^2 \sqcap \frac{ab, a+b}{a^2 + ab + b^2} e$. [4 v°]

[Nachfolgender Text (bis S. 555.17) in L am Rand ergänzt:]

Demonstratio: quod in casu incursus corporis minoris in majus et ab eo nonnihil repulsi impossibile est distantiam corporum inter se eandem manere certo intervallo ante et post concursum; item quod iisdem positis impossibile est eandem manere viam centri gravitatis. [Nachträglich hinzugefügt:] Posito eandem manere quantitatem motus.

Puncta hic in figura coincidunt B , (B) , (A) , (C)

5

e celeritas incidentis $A(A)$

10

ϵ ejus repulsae celeritas $(A)((A))$

y celeritas impulsii $(B)((B))$

c via centri prior $C(C)$

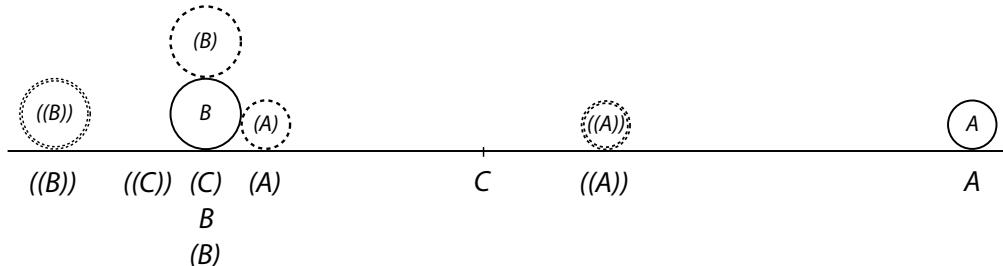
κ via centri posterior $(C)((C))$

d distantia corporum prior, hoc loco eadem cum e , AB

15

δ distantia corporum posterior $((A))((B))$, in casu repulsae eadem cum $y + \epsilon$

corpora a b



[Fig. 2]

6–8 est (1) vel distantiam, vel etiam (2) distantiam corporum [...] centri gravitatis. L

$A(A)$ aequ. e aequ. AB aequ. $A(B)$ aequ. $A(C)$. $\frac{AC}{BC \sqcap c}$ aequ. $\frac{b}{a} \cdot AC + CB$ aequ. e .
 AC aequ. $\frac{b}{a} BC$ aequ. $\frac{b}{a} c$. AC aequ. $e - BC$ aequ. $e - c$. Ergo $\frac{b}{a} BC$ aequ. $e - BC$ seu
 e aequ. $\frac{b}{a} + 1 BC$, seu BC aequ. $\frac{e}{1 + \frac{a}{b}}$. Seu BC aequ. $\frac{a}{a+b} e$ aequ. c aequ. $C(C)$, et AC
aequ. $\frac{b}{a+b} e$.

5 $(B)((B))$ aequ. y . $(A)((A))$ aequ. $[\epsilon]$. $y + \epsilon$ aequ. δ . κ aequ. $(C)((C))$.
 $((B))((C))$ aequ. $\frac{a}{a+b} \delta$. $((A))((C))$ aequ. $\frac{b}{a+b} \delta$. $(B)((B)) - ((B))((C))$ aequ.
 $(B)((C))$ seu aequ. $(C)((C))$. Ergo $y - \frac{a}{a+b} \delta$ aequ. κ , seu $y - \frac{a}{a+b} \overline{y+\epsilon}$ aequ. κ , seu
 $\frac{\cancel{ay} + by \cancel{(-ay)} - a\epsilon}{a+b}$ aequ. κ , seu κ aequ. $\frac{by - a\epsilon}{a+b}$. At supra c aequ. $\frac{ae}{a+b}$. Ergo si κ
aequ. c , erit $by - a\epsilon$ aequ. ae . Atqui si eaedem vires servantur, erit $by + a\epsilon$ aequ. ae . Unde
10 foret $-a\epsilon$ aequ. $+a\epsilon$, quod est absurdum.

Adeoque positis his duobus, corpus minus incurrens in majus quiescens repellit, et
centrum gravitatis eandem servare directionem, sequitur motus perpetuus artificialis,
quod sic ostendo: $by - a\epsilon$ non potest esse aequale ipsi $by + a\epsilon$, sed est aequale ipsi $by + a\epsilon - 2a\epsilon$.
Ergo si $by - a\epsilon$ aequ. ae , erit et $by + a\epsilon - 2a\epsilon$ aequ. ae . $by + a\epsilon$ aequ. $ae + 2a\epsilon$. Est autem
15 $+ae$ vis ante concussum, et $by + a\epsilon$ vis post concussum, ergo vis post concussum major
est quam ae (quippe aequalis ipsi $ae + 2a\epsilon$) major inquam est vi ante concussum et
excessus est $2a\epsilon$, seu vis repulsae duplicata. Quod si ergo corpora servant eandem viam
et celeritatem centri gravitatis ante et post concussum, et si corpus minus incurrens in

3 $C(C) |$ aequ. c erg. u. gestr. | , et $AC L$ 5 $e L$ ändert Hrsg. nach E, S. 90 5f. $(C)((C))$.
| Constat autem esse $yb + a\epsilon$ aequ. ae . gestr. | $((B))((C)) L$ 11 Adeoque (1) si incu (2) positis his
[...] minus incurrens L 11f. et | posito streicht Hrsg. | centrum L 16f. et (1) vis (2) excessus
est $2a\epsilon$, seu vis L 17 corpora (1) idem (2) servant eandem L 18 et celeritatem erg. L

7 $(B)((C)) [...] (C)((C))$: Die Gleichsetzung dieser Abstände entspricht der Annahme, dass der Schwerpunkt sich nach dem Stoß gleichmäßig in dieselbe Richtung fortbewegt wie zuvor. Im Folgenden wird diese Annahme widerlegt. 8f. si κ aequ. c : Siehe die Erläuterung zu S. 554.10.

majus quiescens, repellitur, sequitur motus perpetuus artificialis, seu augmentum Virium, quod est absurdum.

Videamus an distantia esse possit eadem: $y + \epsilon$ aequ. δ , et d aequ e , ergo $y + \epsilon$ aequ. e , ergo $ay + a\epsilon$ aequ ae , at si eadem manent vires erit $by + a\epsilon$ aequ. ae , quare $ay + a\epsilon$ aequ. $by + a\epsilon$, seu ay aequ. by , seu a aequ. b . Quod est contra hypothesin, ponitur enim b 5 majus quam a .

Hinc patet[:] si distantia eadem maneat corpore minore in majus incurrente, et repulso, etiam haberi motum perpetuum, nam $by + a\epsilon$ vis quaesita post concursum major utique quam $ay + a\epsilon$, id est (ex posita $y + \epsilon$ aequ. e , seu ex hypothesi servatae distantiae) quam ae , id est major quam vis quae erat ante concursum. Quod est absurdum. [5 v°] 10

[Nachträglich („post reformationem“) hinzugefügt:]

Videamus vero quid prodeat, quando non eadem quantitas motus, attamen eo quo alibi explicui modo, eadem vis servari debet, tunc enim quadrata celeritatum duci debent in corpora. Et fiet aequatio: $by^2 + a\epsilon^2$ aequ. ae^2 . At cum centrum gravitatis idem manet, fit $by - a\epsilon$ aequ. ae , fiet by aequ. $a\overline{e+\epsilon}$ et by^2 aequ. $a\overline{e^2-\epsilon^2}$. Ergo $\frac{by^2}{by}$ aequ. $\frac{e^2 - \epsilon^2}{e + \epsilon}$. Ergo 15 y aequ. $e - \epsilon$, sive $\epsilon + y$ aequ. e , quae est corporum distantia.

Ergo vim corporum eandem servari, et distantiam ante et post concursum, idem est, quod servari simul.

Itaque si haec duo conjungantur[,] via eadem centri gravitatis, et servatio ejusdem distantiae[,] hinc etiam colligitur eandem vim manere[:] sit enim $y + \epsilon$ aequ. e et $by - a\epsilon$ 20 aequ. ae , patet y aequ. $e - \epsilon$ et by aequ. $ae + a\epsilon$, fiet by^2 aequ. $ae^2 - a\epsilon^2$ sive ae^2 aequ. $by^2 + a\epsilon^2$.

14 Am Rand, gestr.: Ergo $2ba \sqcap b^2 - a^2$ ergo b major a .

3f. aequ. e , (1) rursus $yb + a\epsilon$ aequ. ae (2) ergo $ay + a\epsilon$ aequ ae , L 7 si (1) augeretur (2) distantia eadem maneat L 8 nam (1) posito (2) $by + a\epsilon$ (a) virtus (b) vis L 9f. distantiae) (1) major qua (2) quam L 10 quam (1) virtus (2) vis L 12 alibi erg. L 18 quod (1) vim se (2) servari simul. L 19 et (1) eadem (2) servatio ejusdem L

3 distantia: Gemeint ist der Abstand zwischen beiden Körpern nach dem Stoß. 12 alibi: Wohl in N. 5810, S. 636.8–637.4. Siehe zur Textgenese von N. 583 die editorische Vorbemerkung, S. 528.20–38.

Hinc patet vim percussionis effectum suum ostendere in separatione corporum. Esse autem vim percussionis in iisdem in ratione appropinquationum, nec referre [utrum] majus sit corpus an minus, quod movetur, quoad ictum, uti idem ictus est sive ego muro incurram, sive murus mihi pari celeritate. Est autem vis percussionis tanta quanta esset, 5 si eadem corpora, eadem celeritate appropinquationis aequali utique vi concurrent.

Sint corpora a , b , quiescat b et a feratur celeritate e . Ponamus concurrere vi quae sit aequalis, nempe am^2 aequ. bn^2 , ita ut sit $m+n$ aequ. e . Erit vis supposita $am^2 + bn^2$. Est autem e^2 aequ. $m^2 + n^2 + 2mn$ et ae^2 aequ. $am^2 + an^2 + 2amn$. Unde si auferatur $am^2 + bn^2$, restabit $an^2 - bn^2 + 2amn$ aequ. $\pm g^3$ seu $\sqrt{a-b} n^2 + 2amn$. Est autem m aequ.

$$10 \quad n\sqrt{\frac{b}{a}}. \text{ Ergo fiet } \sqrt{a-b} + 2a\sqrt{\frac{b}{a}}n^2.$$

am^2 aequ. bn^2 . Ergo m aequ. $n\sqrt{\frac{b}{a}}$ et $m+n$ aequ. e . Ergo $1 + \sqrt{\frac{b}{a}}n$ aequ. e . Ergo e^2 aequ. $n^2 + 2n^2\sqrt{\frac{b}{a}} + \frac{b}{a}n^2$ et ae^2 aequ. $an^2 + bn^2 + 2n^2\sqrt{ab}$. Comparetur cum $2bn^2$, seu $a+b+2\sqrt{ab}$ conferatur cum $2b$, seu quad. ab $\sqrt{a} + \sqrt{b}$, seu si $ae^2 \sqcap am^2 + bn^2$, fiet etiam $a+2\sqrt{ab}$ majus quam b , seu $a+2\sqrt{ab}$ aequ. $b+h$. Ergo $a-b$ aequ. $h-[2]\sqrt{ab}$ vel $\pm a \pm b$ aequ. $\pm h \pm 2\sqrt{ab}$. Id est si media proportionalis inter corpora duplicitur, et ab ea unum corpus auferatur, alterum vero ei addatur, debet semper restare aliquid, id est semper erit $a+2\sqrt{ab}$ major quam b , ergo $[6ab]$ major quam $a^2 + b^2$.

5 Am Rand, wohl auf celeritate bezogen: appropinquationis apparente

1 percussionis (1) esse (2) effectum suum ostendere L 2 percussionis in (1) ratione (2) iisdem (a) corporis (b) in ratione appropinquationum L 2 utrum erg. Hrsg. 6 corpora a , b , | eorum momenta e^2 , i^2 , celeritates e . i gestr. | quiescat L 6f. quae sit (1) | in streicht Hrsg. | ratione (2) aequalis L 7f. $am^2 + bn^2$ (1) conferatur cum ae^2 , seu scribatur $am^2 + bn^2$ seu $am^2 + bn^2$ aequ. $ae^2 \pm g^3$. $am + an$ aequ. ae seu $ae - am$ aequ. an et $bn^2 \pm g^3$ aequ. $ae^2 - am^2$. Ergo $\frac{bn^2}{ae}$ aequ. (2). Est autem e^2 aequ. $m^2 + n^2 + 2mn$ L 13 $ae^2 \sqcap (1)$ vi ⟨per⟩ (2) $am^2 + bn^2$, L 14 $h - | 2$ erg. Hrsg. | \sqrt{ab} (1). Ergo (2) vel L 15 Id est (1) rectangulum corporum duplicatum (2) si media proportionalis inter corpora (a) duplicata sit (b) duplicitur, L 17 $2ab$ L ändert Hrsg.

Pro a scribatur α^2 , pro b scribatur β^2 , fiet $a^2 + 2ba \sqcap b^2$. Ergo fiet et $a^2 + 2ab + b^2 \sqcap 2b^2$, et $a + b \sqcap b\sqrt{2}$, et $a \sqcap \sqrt{2 - 1}b$, seu $\frac{a}{b} \sqcap \sqrt{2 - 1}$, quod non est universale, imo falsum cum b multo majus quam a . Potest ergo fieri ut vis percussionis sit major tota vi, quod videtur absurdum.

1 $a^2 + 2ba \sqcap b^2$. (1) | sit streicht Hrsg. | $a \sqcap \frac{bg}{h}$. Ergo fiet: $\frac{b^2g^2}{h^2}$ (2). Ergo fiet et L 2f. $\frac{a}{b} \sqcap \sqrt{2 - 1}$, (1) quod est fa (2) quod non [...] cum b (a) \sqcap a (b) multo majus quam a. L

1 Pro a [...] scribatur β^2 : Die Setzungen $a = \alpha^2$ und $b = \beta^2$ werden im Folgenden nicht berücksichtigt.

58₄. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA TERTIA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 7–8. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 7. Vier vollbeschriebene Seiten, die den Text N. 582 fortsetzen und vom Text N. 585 fortgesetzt werden. Randbemerkungen zum Teil *post reformationem* verfasst (siehe die editorische Vor bemerkung, S. 528.4–16).
- E* FICHANT 1994, S. 93–99 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 213–223).

[7 r°]

De concursu corporum
scheda 3^{tia}

Januar. 1678

Quoniam patet varias figuras ejusdem rei causa delineando, varia ac perelegantia prodire theorematum, ideo quemadmodum in unam progressionem conjunximus incursum majoris in minus, et minoris in majus servato excipiente eodem, ideo nunc in unam progressionem conjungemus incursum majoris in minus, et minoris in [majus], servato incurrente eodem. Nempe in fig. 7 sit incurrens semper idem zx , excipiens $z\gamma$ vel $z(\gamma)$, illud minus hoc majus incurrente, vis progressus incurrentis in minus erit $\gamma\delta$, vis repulsae incurrentis in majus erit $(\gamma)(\delta)$, hoc posito erit $\gamma\delta$ vel $(\gamma)(\delta)$ ad vim incursus $z\beta$ vel $(\delta)(\lambda)$ ut differentia corporum $x\gamma$ vel $x(\gamma)$ est ad corpus majus zx vel $z(\gamma)$. Unde eaedem hic suo modo fieri possunt annotationes, quae paulo ante ad figuram 8, atque illud in primis memorabile: excipiente $z(\gamma)$ utcunque crescente super incurrens zx , et vi seu celeritate incurrentis proportionaliter crescente $(\delta)(\lambda)$, vim impulsus ab excipiente suscepti manere eandem $(\gamma)(\lambda)$. Item vis ab excipiente $z\gamma$ vel $z(\gamma)$ suscepta $\delta\lambda$ crescit continue in proportione excipientis $z\gamma$, posito vim incursus manere eandem $\gamma\lambda$, donec excipiens $z\gamma$ aequetur

10 in (1) unum (2) unam progressionem *L* 11 nunc in (1) unum (2) unam progressionem *L*
 12 manus *L* ändert Hrsg. nach E, S. 93 13 illud (1) majus hoc minus (2) minus hoc majus *L*
 14 vis (1) progressus incurrentis $\gamma\delta$ (2) repulsae incurrentis $\gamma\delta$ vis progressus incurrentis (3) progressus
 incurrentis | majoris *gestr.* | in minus [...] repulsae incurrentis *L* 20 $(\gamma)(\lambda)$. (1) Seu (2) Item *L*
 20 suscepta (1) | crescit *streicht* Hrsg. nach E, S. 93 | (2) $\delta\lambda$ crescit *L* 21 excipientis | $z\gamma$ erg. |
 posito erg. *L* 21 eandem (1) | ; *streicht* Hrsg. | (2) $\gamma\lambda$, donec (a) incurrens (b) excipiens *L*

10f. conjunximus [...] eodem: Vgl. N. 582, S. 551.1–552.15. 13 fig. 7: Vgl. N. 582, S. 551, Diagramm [Fig. 3]. 17 paulo ante: Siehe N. 582, bes. S. 551.5–552.2. 17 figuram 8: Vgl. N. 582, S. 551, Diagramm [Fig. 4]. 18f. et vi [...] crescente: Mit der Annahme, dass die Geschwindigkeit des (der Masse nach konstanten) stößenden Körpers zx wächst, wenn der (variable) gestoßene Körper $z\gamma$ bzw. $z(\gamma)$ größer als zx wird, erweitert Leibniz die Rahmenbedingungen der vorliegenden Untersuchung.

urrenti zx , postea vero excipiente crescente supra incurrens permutatio contingit, nam supposito vim incursus crescere $(\delta)(\lambda)$, vis ab excipiente suscepta $\gamma\lambda$ manet eadem. Et hoc verum foret, etsi non in eadem ratione crescere, sed linea $\beta\delta x(\delta)$ alia quam recta esse fingeretur. Non est dubium quin ob easdem proprietates eundemque plane ratiocinandi modum eadem sit linea $\beta\delta x(\delta)$ in fig. 7 et in fig. 8. Unde etiam sequi puto esse rectam, 5 sed non considerando an sit eadem, illud saltem patet[,] cum zx fig. 7 aequ. $z\gamma$ fig. 8, tunc $x\theta$ fig. 7 esse $\gamma\delta$ fig. 8. Sed haec alias magis geometrice discutiemus, nunc operae pretium esset et solida condere ex invicem impositis planis fig. 8 vel 7, item investigare figuram in qua continue crescat excipientis impulsus.

Verum his nunc brevitatis causa omissis investigabimus calculo, quod futurum esset 10 si fingeretur[,] in casu minoris in majus currentis[,] eandem ante et post incursum esse progressionem centri gravitatis. Nempe fig. 6[:]

$$\begin{aligned} A(A) \text{ aequ. } e \text{ aequ. } AB \text{ aequ. } A(B) \text{ aequ. } A(C). AC \text{ aequ. } \frac{b}{a+b} e. BC \text{ aequ. } \frac{a}{a+b} e \\ \text{aequ. } C(C), \text{ idem aequ. } (C)((C)). \text{ Jam } (A)((A)) \text{ aequ. } \epsilon. \text{ Ergo } ((A))((C)) \text{ aequ. } \epsilon + \frac{a}{a+b} e, \\ \text{et } \frac{((B))((C))}{((A))((C))} \text{ aequ. } \frac{a}{b}. \text{ Ergo } ((B))((C)) \text{ aequ. } \frac{a}{b} \overline{\epsilon + \frac{a}{a+b} e}. \quad 15 \\ ((B))(B) \text{ seu } y \text{ aequ. } ((B))((C)) + ((C))(C) \text{ aequ. } \frac{a}{b} \overline{\epsilon + \frac{a}{a+b} e} + \frac{a}{a+b} e. yb + a\epsilon \text{ aequ. } \\ (B) \end{aligned}$$

2–4 *Am Rand mit Hervorhebungszeichen:* optime

5 *Am Rand:* Non sequitur.

15 *Am Ende des Absatzes, zwischenzeilig:* $\epsilon + y$ est distantia corporum in repulso.

6f. patet (1) cum zx unius figurae aequatur ipsi $z\gamma$ alterius, tunc et contra (2) cum zx fig. 7 [...] esse $\gamma\delta$ fig. 8. (a) ideo fig. 8 in puncto δ secare figuram 7 in puncto x . Et poterit inde fieri solidum, si (b) Sed haec [...] geometrice discutiemus, L 8 pretium (1) erit (2) esset L 10 brevitatis causa erg. L

⁷ alias: Nicht ermittelt. In N. 586, Randbemerkung zu S. 586.7–10 hält Leibniz allerdings (erstmals) fest, dass die Linie $\beta\delta x(\delta)$ keine Gerade sein kann. 12 fig. 6: Vgl. N. 582, S. 546, Diagramm [Fig. 2]. 14 idem aequ. $(C)((C))$: Diese Gleichsetzung entspricht der soeben getroffenen Annahme, dass der gemeinsame Schwerpunkt sich vor und nach dem Stoß gleichmäßig bewegt. Diese Annahme wird im Folgenden widerlegt.

ae. Ergo y aequ. $\frac{ae - a\epsilon}{b}$, quos duos valores aequando fiet: $a^2\epsilon + bae + \boxed{a^2e + bae}$ aequ. $\boxed{a^2e + bae} - a^2\epsilon - bae$. Sed inde oritur absurdum, nam fit $2a^2\epsilon + 2ba\epsilon$ aequ. 0, seu $a, \epsilon, a+b$, aequ. 0, ergo vel a , vel ϵ , vel $a+b$ erit aequ. 0, quorum nullum non absurdum est.

Exemplum in numeris adhibere operae pretium erit, ut pateat[:] quandocunque corpus incurrens repellitur ab excipiente, et eadem vis servanda est, in summa non posse manere directionem centri gravitatis. Sit corpus A , 1, corpus B , 2. AB vel $A(B)$ aequ. 12, ergo $(A)A$, 12. Erit AC aequ. 8, et BC aequ. 4, et $C(C)$ aequ. 4. Si jam centrum gr. aequaliter procedit, erit et $(C)((C))$ aequ. 4 et quidem ultra (C) , seu $C((C))$ aequ. 8. $(A)((A))$ aequ. ϵ et $(B)((B))$ aequ. y , erit ob servatas vires $a\epsilon + yb$ aequ. ae seu $\epsilon + 2y$ aequ. 12, et $\epsilon + y$ seu ob repulsam distantia corporum aequ. $12 - y$. Rursus $((A))((C))$ aequ. $4 + \epsilon$ (seu aequ. $(C)((C)) + \epsilon$) et $\frac{((B))((C))}{((A))((C))} \sqcap \frac{a}{b} \sqcap \frac{1}{2}$. Ergo $((B))((C))$ aequ. $\frac{1}{2} \sqrt{4 + \epsilon}$ seu $((B))((C)) \sqcap 2 + \frac{1}{2}\epsilon$ et $((A))((C)) + ((B))((C)) \sqcap 6 + \frac{3}{2}\epsilon$ aequ. $((A))((B))$ seu aequ. $\epsilon + y \sqcap 9$. Ergo $2y \sqcap 12 - \epsilon$ ex duabus posterioribus. Rursus ex prima et postrema aequatione $2y \sqcap 12 - 3\epsilon$. Ergo fiet $2 \sqcap 0$, quod est absurdum. Ergo absurdum est centrum gravitatis hoc modo moveri. [7 v^o]

Hactenus definivimus satis opinor accurate, quid fiat, si corpus aliquod incurrat in quiescens; quemadmodum vero hinc jam definivimus, quid fiat si corpus majus incurrat in minus praecedens[,] ita nunc superest definiendum quid fiat si minus incurrat in majus praecedens.

15 *Am Ende des Absatzes:* Absurditas oritur ex falsa hypothesi servatae quantitatis motus.

16–19 *Am Rand*: Quaecunque in hac scheda 3^{tia} sequuntur manent post reformationem.

17f. definivimus [...] praecedens: Vgl. N. 581, S. 540.1–6. 18f. superest [...] praecedens: Wiederaufnahme der Fragestellung aus N. 582, S. 542.12–13.

Si corpus insequens minus ac celerius incurrat in aliud praecedens majus et tardius, et post incursum adhuc [progrediatur]; tunc progreditur celeritate minore, quam erat corporis excipientis, ante incursum.

Nam quando corpus incurrens aequale est excipienti ipsum praecedenti, tunc progreditur celeritate praecedentis, et suam celeritatem dat ipsi per superiora. Ergo quando majus est excipiens magis resistet, quam si esset aequale, et proinde si progreditur incurrens post incursum, necessario minore quam in casu aequalitatis, id est minore quam ipsius excipientis fuerat, celeritate progredietur. 5

Lemma 1.

Fieri potest ut corpus assequens aliud majus[,] quantulacunque sit differentia magnitudinum, post incursum non progrediatur sed repellatur. Potest enim tanta ferri velocitate incurrens, et tam tarde excipiens, ut excipiente posito quiescente error sit minor assignato, adeoque et differentia ab eo quod in casu quietis contingere exigua fieri et magis magisque pro aucta unius velocitate [ac] alterius tarditate eventui quietis accedere debet, donec denique ut hypothesis in quietem, ita et eventus in eventum quietis desinat. Ni- 15 mirum cum quies excipientis utcunque majoris repellat, hinc motus ejus seu praecessio repellet paulo minus, ac denique plane non repellet, sed vel sistet vel progredi patietur nonnihil. Haec clariora essent descripta figura.

Usus hic illius Lemmatis[:] quando casus seu hypothesis in infinitum accedit alicui alteri hypothesi, donec plane in eam desinat[,] etiam eventus continue accedet eventui 20

1 corpus (1) minus (2) insequens (a) celerius (b) minus ac celerius L 1 praecedens erg. L
 2 progreditur L ändert Hrsg. 3 corporis (1) praecedentis (2) excipientis, L 3f. incursum.
 (1) Alioqui (2) Nam quando L 4 ipsum erg. L 4f. tunc (1) fertur (2) progreditur L
 8–13 progredietur. (1) Quanquam fieri posset, ut vel ne progrediatur quidem omnino, sed vel quiescat vel repellatur (2) Lemma 1. Fieri potest ut corpus (a) incurrens (b) assequens aliud majus (aa) et tardius post (bb) quantulacunque sit differentia magnitudinum, (aaa) at (bbb) post incursum non (aaaa) repellatur (bbbb) progrediatur sed repellatur. (aaaaa) Nam cogitamus corpus (aaaaa-a) insequens (bbbbbb-b) incurrens ferri differentia celeritatum. excipiens vero quiescere, et ambo simul (aaaaa-aa) ferri (bbbbbb-bb) praeterea ferri motu communi, secundum quem in se invicem non agunt, patet; corpus incurrens in quiescens (aaaaa-aaa) minus (bbbbbb-bbb) majus repercuti modo supra descripto, et eatenus procedere (bbbbbb) Potest enim (aaaaa-a) tam parvum esse, tantaque (bbbbbb-b) tanta ferri velocitate, (aaaaa-aa) ut alterum (bbbbbb-bb) incurrens, et [...] error sit (aaaaa-aaa) dato (bbbbbb-bbb) minor assignato, [...] exigua fieri, L 14 ac erg. Hrsg. 14 tarditate (1) quies (2) eventui quietis L 15 ut (1) motus (2) hypothesis L 16 quies (1) repellat (2) excipientis utcunque majoris repellat, L 16 seu (1) progressio (2) praecessio L 19 Lemmatis, (1) quod quae in infinitum accedere possunt, ut tarde (2) quando casus [...] infinitum accedit L

5 per superiora: Siehe N. 581, S. 532.18–533.8.

19 Lemmatis: Das Kontinuitätsprinzip ist damit gemeint.

posterioris hypotheseos, donec omnino cum eo coincidat, nec potest in hoc genere fieri saltus ut[,] casus mutatione existente assignabili minore, eventus mutatio sit magna et notabilis.

Lemma 2.

- 5 Fieri potest, ut corpus assequens aliud majus[,] quantulacunque sit differentia celeritatum ab eo repellatur. Sit enim ea quantulacunque: ponatur excipiens tam magnum ut ratio incurrentis ad ipsum [sit] incomparabiliter minor quam differentia celeritatum, eo usque ut prope nihil differat a corpore infiniti ponderis seu immobili. Patet eventum eventui hypotheseos maximi corporis, qui eventus est repulsa plena, fore propinquum, et eventum
10 fore repulsam aliquam, licet minus plenam. [8 r°]

Lemma 3.

- 15 Fieri potest ut corpus assequens aliud majus, quantacunque sit differentia magnitudinum, non repellatur post incursum sed progrediatur, faciendo scilicet differentiam velocitatum quantum (ad vincendam differentiam magnitudinum datam) satis est parvam. Nam quantacunque sit differentia magnitudinum, si aequalis sit velocitas, tunc non sistetur nec repelletur corpus insequens, sed progredietur eadem qua venit celeritate[;:] aucta ergo tantillum sua velocitate, vel alterius diminuta, non ideo statim per saltum omnis progressio in quietem vel repulsam mutabitur, superest enim in medio progressio sed minore celeritate qua venit.

10 Am Rand von Bl. 7 v°: Sorites^[a] quasi quidam Stoico similis ad ista illustranda servit, qui in Entibus realibus^[b] non est sophisma, ut in notionibus vagis et imaginariis, quales dicitiae, calvitiae.

[a] Sorites: Anspielung auf das dem Megariker Logiker Eubulides von Milet zugeschriebene „Haufen“-Paradoxon; vgl. DIOGENES LAERTIOS, *Vitae* II 108. Eubulides' Paradoxien wurden später auch von den Stoikern (etwa Chrysipp) verwendet; vgl. ebd. VII 187. [b] realibus (1) est sophisma, non (2) non est sophisma, ut *L*

2 casus (1) parumper (2) mutatione existente assignabili minore, *L* 6f. ea (1) qualiscunque (2) ut (a) *e* ad *i*. Ponamus excipiens esse ita magnum ut (b) ratio *e* ad *i* utcunque parva existente, (c) ratio *a* ad (3) quantulacunque: ponatur [...] ad ipsum | sed ändert Hrsg. nach E, S. 95 | incomparabiliter *L* 8 ut erg. *L* 8f. Patet (1) eventum (a) hy (b) quia hy (2) eventum eventui (a) hypothesis (b) hypotheseos *L* 13 magnitudinum, (1) post (2) non repellatur post *L* 14f. quantum (1) satis est (2) (ad vincendam [...] satis est *L* 15f. si (1) aequalis aut prope (2) aequalis *L* 17 celeritate, (1) diminuta (2) aucta ergo [...] alterius diminuta, *L*

Lemma 4.

Fieri potest ut corpus assequens aliud majus, quantacunque sit differentia celeritatum, tamen progrediatur, faciendo scilicet differentiam magnitudinum satis parvam. Nam si aequalia sint, tunc corpus incurrans quantacunque velocitate, in quantumcunque tardum, tamen progredietur[,] velocitate scilicet tardioris. Ergo si incurrans paulo minuatur[,]⁵ non ideo omnino progredi desinet, sed tantum progredietur celeritate minori.

Lemma 5.

Fieri potest ut corpus assequens aliud majus post incursum quiescat, quantacunque aut quantulacunque sit differentia magnitudinum, nam per Lemma 3 quantacunque sit differentia magnitudinum (multo magis si parva) progredietur, modo fiat differentia velocitatum satis parva, et per Lemma 1 quantulacunque sit differentia magnitudinum (multo magis si magna) tamen repelletur[,] modo fiat differentia velocitatum satis magna. Ergo assumta aliqua differentia magnitudinum[,] potest talis aliqua assumi media differentia velocitatum ut nec repellatur, nec progrediatur, sed 15 sistatur incurrans.

Lemma 6.

Fieri potest ut corpus assequens aliud majus post incursum quiescat, quantacunque aut quantulacunque sit differentia celeritatum. Nam per Lemm. 4 quantacunque sit differentia celeritatum, tamen corpus incurrans progredietur 20 faciendo differentiam magnitudinum satis parvam, et per Lemma 2 quantulacunque sit differentia celeritatum, tamen repelletur faciendo differentiam magnitudinum satis magna. Ergo quaecunque sumatur differentia celeritatum, tamen potest talis aliqua assumi media differentia [magnitudinum] ut nec progrediatur nec repellatur corpus incurrans, sed sistatur.

25

4f. velocitate, (1) tamen (2) in quantumcunque tardum, tamen L 5f. si (1) paulo (2) incurrans paulo L 9 corpus (1) incurrans | in aliud praecedens majus sed tardius *erg.* | post incursum (2) assequens aliud majus post incursum L 11 quantacunque | licet *erg., streicht Hrsg.* | sit L 11 differentia (1) celeritatum (2) magnitudinum ((a) nam si parva (b) multo magis si parva) L 13 (multo magis si magna) *erg.* L 14 assumta (1) certa (2) aliqua L 16f. incurrans. | Imo quies haec ex alterutro Lemmate 3 vel 4 solo probari potest continua diminutione. *erg. u. gestr.* | Lemma 6. L 23f. tamen (1) corpus incurrans (2) potest talis [...] media differentia | velocitatum ändert *Hrsg. nach E,* S. 97 | ut nec [...] corpus incurrans, L 25–S. 566.4 sistatur. (1) Imo quies haec ex alterutro Lemmate (2) Notandum ad [...] continua diminutione | vel auctione *erg.* | . Sed fortior [...] per medium, quietem. L

Notandum ad Lemmatis 5 et 6 probationes[:] Lemma 5 posse probari ex alterutro 3 vel 1 solo, et Lemma 6 ex alterutro 2 vel 4 solo[,] continua diminutione vel auctione. Sed fortior est Lemmatum conjunctio, quando ostenditur continua illa diminutione vel auctione transiri a progressu ad repulsam vel contra. Ergo per medium, quietem. Quia nuspian fit saltus in augmento illo vel diminutione. Tentandum an ista Lemmata per figuras exhiberi possint.

Manente differentia magnitudinum iisdem positis, et continue diminuta differentia celeritatum ab infinita, seu quiete excipientis (ubi est repulsa, licet non perfecta) usque ad nullam[,] seu aequalitatem velocitatis: patet eventum duci etiam continue a repulsa aliqua usque ad progressum perfectum, per quietem. Manente differentia celeritatum, et continue diminuta differentia magnitudinum ab infinita, id est excipientis immobilitate (ubi est repulsa perfecta) usque ad nullam[,] id est aequalitatem (ubi est progressus licet imperfectus) patet eventum duci etiam continue a repulsa perfecta ad progressum aliquem. Patet elegans horum duorum assumendi progressionem modorum, inter se harmonia. Illic enim itur a repulsa imperfecta ad progressum perfectum: hic a progressu imperfecto ad repulsam perfectam. Hinc quodammodo una progressio cum altera conjungi potest vim incurrentis diminuendo, [8 v°] primum diminutione differentiae magnitudinis in opposito salva celeritate, deinde diminuta differentia celeritatis etc.

Considerandum est quid fiat in eo casu, quando magnitudines sunt velocitatum reciprocae, an forte tunc sequatur quies. Hic casus evenire non potest, quando incurrens

5f. *Am Rand:* ^[a][Utilitas progressionum et figurarum ad plura complectanda.]^[b]

^[a] [Utilitas: Eckige Klammer von Leibniz. ^[b] complectanda.]: Eckige Klammer von Leibniz.

7–10 *Am Rand, gestr.:* Haec progressio ut absolvatur ultra quietem incurrentis assurgendum esset ad occursum ita ut denique incurrens fiat quiescens.

5 in (1) progressionе (2) augmento illo vel diminutione erg. L 7 iisdem positis erg. L 8 quiete (1) incurrentis (2) excipientis L 8 repulsa, (1) usque ad (2) licet non perfecta) usque ad L 9 patet (1) rem (a) d (b) duc (2) eventum duci L 11 differentia (1) celeritatum (2) magnitudinum L 13 patet (1) rem duci (2) eventum duci L 13 repulsa (1) aliqua, usque ad (2) perfecta ad progressum aliquem. L 17f. diminuendo, (1) primum [8 v°] diminutione celeritatis salva magnitudine, deinde (2) primum (a) diminutione magni (b) augmento (c) diminutione (aa) magnitudinis in isto vel (bb) differentiae magnitudinis [...] celeritate, deinde (aaa) diminutione magnitudinis (bbb) diminuta | satis gestr. | differentia celeritatis etc. L 19f. quando (1) differentia magnitudinum est reciproca (2) magnitudines sunt velocitatum reciprocae, L

est majus, quia incurrens etiam semper est celerius. Sed eveniet, quando incurrens in tantum est minus, in quantum est velocius. Sane quando corpora sunt aequalia et velocitates etiam aequales, utique magnitudines sunt velocitatibus reciproce proportionales, et tamen non sequitur quies, sed continuatur progressus. Ergo concludi [potest]: Posse magnitudines et velocitates insequentis et praecedentis esse reciproce proportionales, nec 5 tamen sequi quietem. Si magnitudo excipientis sit infinita, seu si sit immobile, et incurrentis celeritas etiam infinita, id est si excipiens quiescat, tunc etiam magnitudines et velocitates erunt reciproce proportionales, et tunc sequetur repulsa. Hinc ergo posita magnitudine et velocitate reciproce proportionalibus[,] fieri potest ut eventus sit progressus perfectus, si ratio est minima nempe aequalitatis: et rursus ut eventus sit repulsa perfec- 10 ta, si ratio est maxima seu infinita. Ergo datur casus magnitudinis velocitati reciprocae, in quo per incursum contingit quies incurrentis. Casus autem quietis non potest incidere inter rationem infiniti et aequalitatis medianam, quia nulla datur satis ratio media[.] necessario ergo propior est hypothesis in qua evenit quies, quippe quae sit alicuius finitae rationis, hypothesis in qua evenit progressus, quam hypothesis in qua evenit repulsus. 15



fig. 9

[Fig. 1]

6-8 Am Rand: $\frac{\text{immobile}}{\frac{a}{b} \text{mobile}} \sqcap \frac{\frac{b}{a} \text{motus}}{\text{quies}}$ seu $\frac{b, \text{immobile}}{a, \text{mobile}} \sqcap \frac{b, \text{motus}}{a, \text{quies}}$ ergo b, a inutilia.

[Hierunter, gestr.:] $\frac{\text{imm}}{\frac{1}{b} \text{mob}} \sqcap \frac{b \text{ mot.}}{\text{quies}}$

1 Sed (1) evenire potest (2) eveniet, L 2f. aequalia (1) tunc etiam (2) et velocitates etiam aequales, L 4 Ergo (1) concludi (2) concludi | post ändert Hrsg. nach E, S. 97 | : Posse L 5 velocitates (1) in antecedentis (2) insequentis L 6 quietem (1), sed progressum perfe (2). Si magnitudo (a) incurrentis (b) excipientis sit infinita, L 6f. et (1) incurrens (2) incurrentis celeritas L 8 proportionales, et (1) tamen (2) tunc L 12f. incidere (1) | in rationem streicht Hrsg. | maximam (2) inter rationem (a) maximam et aequ (b) infiniti et aequalitatis medianam, L 14 est (1) quies (2) casus (3) hypothesis in qua evenit quies, L

Si nulla alia adessent judicandi principia quae excutienda sunt[,] crederem quietem contingere cum ratio reciproca est dupla[:] quoniam enim necessario ejus denominator aliquis est numerus major unitate, non est cur credatur alias potius quam binarius. Sed hoc argumentum est praesumtio tantum. Et tunc reperietur ponendo incurrens quiescere[,] 5 ipsum excipiens ipsius incurrentis velocitatem assumere, vide fig. 9. Verum haec praesumtio generalis eliditur per considerationes speciales demonstrativas, de quibus mox. Nunc enim tempus est, ut in rem omnem accuratius intropiciamus.

Si corpus minus assequatur majus necesse est excipiens ferri primum vi priore, deinde illa quam accepisset, si quievisset et ab incurrente differentia celeritatum fuisset impulsu[m], ac denique aliqua alia praeterea. Nam si corpus assequatur sibi aequale vel minus, ipsi et vim priorem relinquet, et eam quam differentia celeritatum motum quiescenti dedisset dabit, et nihil praeterea[;] nunc vero quia praeterea repellit incurrens ideo vim ei superstitem, scil. celeritatem utrique communem qua incurrens pergere conatur, imminuit, quod in prioribus non contigerat, 10 et eatenus vim aliquam adhuc ei aufert, ac proinde ne ea pereat in se suscipit. Clarius hoc erit si inspecta fig. 9 ponamus *A* et *B* ferri in navi mota celeritate *B(A)* vel *B(B)* et[,] corpore *B* in navi quiescente[,] in ipsum incurrende *A* celeritate *AB*, ideo *B* progredietur primum cum navi, deinde vi velut si quievisset accepta ab *A* celeritate *AB* incurrente[;]
15 quia vero ipsum *A* repellit in navi (per priora) ac proinde *A* simul ferretur motibus contrariis, unde vis aliqua destrueretur in ipso[,] necesse [erit] vim destructam ne pereat,
20 praeter priores ipsi *B* transferri.

$$1-3 \text{ Am Rand: } ae \sqcap bi. \quad \frac{a}{b} \sqcap \frac{i}{e} \sqcap \frac{1}{2} \quad ae + by \sqcap ae + bi \sqcap 4 \quad ae \sqcap 0^{[a]} \text{ et } b \sqcap 2, \text{ ergo } y \sqcap 2$$

[a] $ae \sqcap 0$ (1). Ergo (2) et *L*

1 principia (1) crederem fore (2) quae excutienda sunt crederem *L* 2 dupla, (1) neque (2) quoniam enim *L* 6 quibus (1) post (2) mox. *L* 8 corpus (1) majus assequatur minus (2) minus assequatur majus *L* 11 ipsi (1) eam vim dabit (2) et vim priorem relinquet, *L* 14 qua incurrens pergere conatur, erg. *L* 18 deinde (1) celeritate (2) vi *L* 19 ipsum *A* erg. *L* 20 esset *L* ändert Hrsg. 20f. pereat, (1) communicari (2) ipsi *B* transferri praeter priores (3) praeter priores ipsi *B* transferri. *L*

5 fig. 9: Das Diagramm [Fig. 1] auf S. 567.

6 de quibus mox: Gemeint sind wohl die Überlegungen am Anfang der *Scheda IV* (N. 585).

13 repellit: Das Subjekt dieses Prädikats sowie der folgenden *imminuit*, *aufert* und *suscipit* ist nicht mehr der stoßende, sondern der gestoßene Körper.

19 (per priora): Vgl. N. 581, S. 531.1–4; N. 582, S. 544.13–16

58₅. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA QUARTA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 9–10. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 9. Vier voll beschriebene Seiten, die den Text N. 584 fortsetzen und vom Text N. 586 fortgesetzt werden; ein Kustos am Ende von Bl. 10v° verweist auf die *Scheda quinta*. Randbemerkungen tlw. *post reformationem* verfasst (siehe die editorische Vorbemerkung, S. 528,4–16). 5
- E* FICHANT 1994, S. 100–105 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 223–228).

[9 r°]

De corporum concursu
Scheda quarta

Januar. 1678

Iisdem positis vim quae corpori excipienti ultra priorem et quiescentis exemplo accep-
tam, tertio loco accedit, ita primum definiemus alternative, ut sit vel vis repulsae prior 10
incurrentis si in excipiens ut quiescens differentia celeritatum incurrisset, vel vis prior
excipientis adhuc semel; utra scilicet ex his duabus minor est. Et haec quidem minor vel
ex dupla vel simpla parte[:] quorum utrum verum sit, in sequentibus definiendum est.
Ideoque incurrenti restabit differentia inter vim excipientis et repulsae et praeterea de
minore ex his duabus vel simplum vel nihil, quod in sequentibus definiendum est, ut dixi. 15

Nam cum intelligitur corpus incurrens et repelli ab excipiente, quiescentis instar
sumto, et tamen motu communi utriusque progredi, oritur conflictus inter repulsam et mo-
tum progressionis (id est motum communem, id est motum priorem excipientis)[:] uter
horum major est vincit; et differentia ipsi incurrenti competit, vel retrorsum vel prorsum,
prout vincit repulsa vel progressionis vis communis. Ipsa vero vis mutuo se destruens debi- 20

7f. *Am Rand:* Haec accuratius discutienda post reformationem.

9 ultra (1) propriam (2) priorem *L* 10 primum *erg. L* 10 vel (1) tota vis differentiae (2) vis
repulsae, | incurrentis, si excipiens *erg. u. gestr.* | vel vis propria adhuc semel, utra scilicet ex his duabus
minor est (3) vis repulsae prior *L* 11 in (1) quiescens (2) excipiens ut quiescens *L* 12 minor
erg. L 13 ex (1) toto vel ex d (2) dupla vel (a) pro dimidia (b) simpla *L* 13 parte, (1) ita
ut repellenti (2) quod (3) quorum *L* 14f. repulsae | et praeterea [...] vel nihil *erg. |*, (1) eaque vel
(a) tota (b) dupla vel dimidia, (2) quod in sequentibus *L* 16 repelli | ab *streicht Hrsg. nach E,*
S. 100 | ab L 19f. vincit; (1) sed (a) qui (b) quia is qui minor est destrui non (2) et | differentia
erg. | ipsi incurrenti (a) data (b) competit, vel [...] se destruens L

9 Iisdem positis: Siehe N. 584, S. 568,8–21.

lioris (sive id sit vis repulsae, sive vis progressionis) duplicata (duplicata inquam, destruit enim aequalis aequalem, unde destruens et destructa simul, se alterutram duplicant) aut transfertur in excipiens tota, aut dimidium ejus, duplicatae nimirum, id est ipsa simpla tantum transfertur in excipiens altera dimidia data incidenti.

5 Sed si ponamus [eam] posterius dividi, nimirum in duas partes, et dimidiam duplicatae, id est simplam incidenti tribui, tribuetur utique per modum repulsae; ponamus autem incurrens prius vicisse, seu majorem fuisse progressionem quam in supra dicto conflictu; habebimus iterum novum conflictum, intra residuam adhuc progressionem et hanc repulsam. Ubi iterum ponamus progressionem vincere, et repulsa atque pars progressionis ei aequalis ne se mutuo destruant ac vis aliqua pereat, rursus ponemus ipsius duplicati dimidium, id est totam vim repulsae, tribui excipienti, atque alterum esse novam repulsam, quae iterum vincenti parti progressionis opponatur, et ita porro quounque ut id fieri potest[;] quod ut pateat clarius: sit prior vis repulsae *a* et vis motus primi communis cum excipiente seu vis progressionis: $a + x \sqcap y$, erit vis se destruens $2a$, de qua *a* tribuetur excipienti, et *a* alia confliget cum reliquo *x*. Sit ergo *x* aequ. *a* + *z*, fiet iterum idem, et ita porro ipsum *z* iterum resolvendo in *a* + ... donec tandem *y*, quam ponemus esse multiplam ipsius *a*, utcunque tota repetitis hoc modo destructionibus exhauriatur; unde oriatur absurdum, scilicet omni vi illa in excipiens translata prorsus sisti incurrens, quod est supra demonstratis contrarium. Ergo ex duobus modis supra alternative

9 *Am Rand:* Non rationabiles tot replicationes certaminum in uno momento.

13–19 *Am Rand, nachträglich hinzugefügt:* Confer infra scheda^[a] septima pag. 2.^[b]

^[a] scheda (1) 7^{ma} (2) septima L ^[b] pag. 2: N. 589, S. 629.18–630.14.

1 progressionis (1) necessario vel tota tribuitur (2)) duplicata *L* 2 se (1) invicem (2) alterutram *L* 2f. duplant) (1) sive tribuitur aut (2) aut transfertur *L* 5 eam *erg. Hrsg.* 9 repulsam. (1) Ex quo (2) Ubi iterum *L* 11 duplicati *erg. L* 11f. atque (1) dimidium ejus iterum (2) alterum esse [...] quae iterum *L* 13 sit (1) vis excipientis quam (a) minimam (b) minorem vi (2) prior vis *L* 13f. et (1) vim (2) vis motus | primi *erg.* | communis cum excipiente | seu *erg.* | vis *L* 16 porro (1) donec exhauriatur ex *z* (2) ipsum *z* *L* 16 *a* + ... (1) unde ponendo (2) donec tandem *y*, quam ponemus *L* 18f. incurrens, (1) et totam vim (2) quod *L*

7 supra: Siehe S. 569.16–18. 19 supra demonstratis: Möglicherweise in N. 584, S. 568.8–21. 19–S. 571.1 supra [...] probatis: S. 569.9–15.

probatis superest unus, nempe cum incurrens differentia celeritatum velut in quiescens repellitur at [9 v°] simul tamen communi celeritate, id est excipientis progreditur, vim hoc modo destructam in incurrente (id est minorem ex repulsa vel progressionе duplicatam) transferri in excipiens, residuum vero incurrenti competere, retrorsum vel prorsum, prout vicit repulsa vel progressio. Hinc theorema[:]

5

Si corpus minus assequatur majus tunc fingamus majus seu excipiens quiescere, et minus seu incurrens moveri differentia verarum celeritatum, utique in casu hujus fictionis repelletur incurrens per superiora. At idem progredietur celeritate communi, nempe excipientis. His positis ajo incurrenti relinquvi vim quae sit differentia inter vim repulsae, et vim excipientis primam, ita ut repellatur ea vi, si repulsa est major, progrediatur vero 10 si vis prima excipientis est major. Demonstratur ex praecedentibus.

Verum ne fictionem ingredi theorema opus sit, ideo id cujus causa eam adhibuimus, in ea substituemus; nempe si fingamus incurrens in excipiens majus velut quiescens, tunc per priora celeritas repulsae incurrentis est ad celeritatem incursus, hoc loco differentiam celeritatum[,] ut differentia corporum est ad corpus majus seu excipiens. 15 Unde orietur theorema tale[:]

Si corpus minus assequatur majus, tunc celeritas incurrentis seu minoris post incursum residua erit differentia inter celeritatem excipientis ante incursum et celeritatem quae sit ad differentiam celeritatum (excipientis et incurrentis) ut differentia corporum ad corpus majus. Ita ut si celeritas excipientis fuerit major, corpus incurrens progrediat 20 tur, si vero sit minor altera illa celeritate quam dixi, tunc corpus incurrens repellatur. Omnem autem reliquam vim ad excipiens pertinere patet. Hinc jam re omnino per certam demonstrationem definita sciri potest quando neque repulsa neque progressio, sed quies

2 repellitur (1) tota (2) at L 2 communi (1) celeritate (2) vi (3) celeritate L 6–8 majus (1) tunc ponendo | majus seu erg. | excipiens quiescere et (a) incurrens in (b) minus seu incurrens incurrere differentia celeritatum, (aa) vis repulsae quae hoc modo (bb) tunc (2) tunc (a) ponamus mi (b) fingamus majus [...] in casu (aa) vi (bb) hujus fictionis [...] per superiora. L 8 progredietur (1) vi (2) celeritate L 9 excipientis (1) itaque (2). His positis L 9f. incurrenti (1) tribuendam esse differentiam inter vim repulsae, et vim (2) relinquvi vim [...] et vim L 10 primam, (1) ut (2) ita ut L 10 repulsa (1) est (2) fuit (3) est L 10f. vero si (1) celeritas (2) vis L 12 theorema erg. L 13 majus erg. L 17 tunc (1) vis (2) celeritas L 18 inter (1) vim (2) celeritatem L 18 et (1) vim (2) celeritatem L 19 ad (1) vim incursus (2) differentiam celeritatum L 21 celeritate (1) tunc (2) quam dixi, tunc L 23 quando (1) quies (2) neque repulsa [...] sed quies L

6–8 Si corpus [...] per superiora: Vgl. N. 582, S. 544.13–16. 14 per priora: Vgl. N. 582, S. 546.1–3.

oriatur. Priores etiam in lemmatibus expressae progressiones figuris exhiberi possunt. Imo id liquidissime demonstratum habetur, cum contra de generali ista regula nonnihil adhuc dubitari possit. Dubitari inquam potest, an quando incurrens repellitur, repellatur non tantum excessu repulsae supra progressionem, sed omnino tota ista vi conflictu 5 destructa, seu an non vis conflictu destructa ipsi potius quam excipienti tribuenda sit. Idem est cum progreditur, posset enim utique progredi tota vi[,] nimirum et destructa, et excessu[;] sed in progressu id peculiariter refutatur, nam si hinc major ei iterum tri- 10 bueretur celeritas, quae est excipientis, novus iterum oriretur conflictus; unde eodem quo paulo ante modo oriretur absurditas. Et hinc argumento a simili, quod [10 r°] in talibus non probabile sed demonstrativum est, colligetur etiam in caeteris casibus, ubi non aequ 15 ostendi potest absurditas[,] non esse hoc modo ratiocinandum, sed vim destructam excipienti transcribendam. Verum facilior erit demonstratio pro regula universalis, ubi prius specialem de casu quietis demonstraverimus. Theorema sane memorabile hoc est:

Si corpus minus assequatur majus, et sit celeritas excipientis ad celeritatum differentiam, ut differentia corporum ad corpus excipiens, tunc post incursum corpus incurrens quiescat. Seu si sit celeritas minor ad differentiam celeritatum, ut corporum differentia ad corpus majus, tunc corpus minus incurrens in majus, quiescat.

Hoc ita demonstratur[,] vide figur. 9. Sit corpus minus incurrens *A*, majus prae-

16–18 *Am Rand*: ^[a] Imo dicendum: si sit celeritas minor ad majorem, ut corporum differentia ad duplum majoris[,] incurrens quiescat[:] $\frac{a-b}{2a}$ aequ. $\frac{(\mu)}{m}$. Nota duplum majoris est summa summae et differentiae[:] $a+b, +a-b$ aequ. $2a$.^[b]

^[a] (1) $\frac{a-b}{2a}$ aequ. $\frac{(\mu)}{m}$, $a+b, +a-m$ aequ. $2a$ (2) *cm ad dc ut cd ad cs* (3) Imo dicendum: [...] aequ.

2a. *L* ^[b] Siehe die Randbemerkung zu S. 575.5 und die zugehörige Erläuterung.

2 de (1) his (2) generali ista regula *L* 6 vi; (1) sed in eo casu (2) nimirum *L* 8 conflictus; (1) et quod eodem (2) unde eodem *L* 10 est, (1) non (2) colligetur etiam (a) non ipsi (b) in caeteris casibus, *L* 14f. excipientis | minor *erg. u. gestr.* | ad (1) celeritatem (a) incurrentis (b) majorem (2) celeritatum differentiam *L* 15 excipiens | majus *gestr.* |, tunc *L* 16 ad (1) majorem (2) differentiam celeritatum *L*

1 in lemmatibus: Vgl. N. 584, S. 563.9–565.25. 9 paulo ante: S. 570.5–19. 19 figur. 9: Vgl. N. 584, S. 567, Diagramm [*Fig. 1*].

cedens B , quae concurrent in $(A), (B)$ puncto, corpore B praecedente celeritate $B(B)$, corpore vero A assequente celeritate $A(A)$, patet celeritatem ut $B(B)$ vel $B(A)$ esse utriusque communem, nempe celeritatem majoris sive excipientis; at celeritatem ut AB , quae est differentia celeritatum, esse incurrenti A propriam, [perinde ac si in navi ferrentur lata celeritate communi $B(B)$ et corpore B in navi quiescente [ferretur] A in navi celeritate 5
 (A)

propria $AB.$] Porro patet corpus A incurrens in B non agere in ipsum celeritate communis; quia si aequali celeritate $B(B)$ tantum ambo incederent, in se invicem non agerent[;]
 (A)

ergo per incursum A impellet B , ut quiescens, differentia celeritatum AB ; quo facto cum sit minus quam B , repelletur ab eo celeritate quae sit ad celeritatem AB , ut differentia

4–S. 574.1 *Am Rand:* Patet hinc si corpus excipiens sit duplum^[a] incurrentis[,] debere incursum esse triplum praecessione; ut corpus incurrens quiescat. Si vero sint aequalia corpora, tunc incursus debet esse infinituplus praessione.^[*]

Si celeritas una sit alterius dupla, tunc^[b] minor erit aequalis differentiae celeritatum, ergo^[**] ut fiat quies, corporum differentia debet esse aequalis majori, quod est impossibile. Ergo si celeritas una alterius dupla sit^[***] impossibile est talem fingi incursum ut oriatur quies.

^[*] *Nachträglich hinzugefügt, auf den umklammerten Abschnitt* Patet [...] praessione *bzogen:* Manet post reformationem. ^[**] *Nachträglich hinzugefügt, auf den Abschnitt* Si celeritas [...] impossibile *bezogen:* Haec ratio nihil valet sed manet conclusio. ^[***] *Nachträglich hinzugefügt, auf den umklammerten Abschnitt* Ergo [...] quies *bezogen:* NB Manet post reform. quia $a - b$ semper minor quam $2a$.

[a] duplum (1) excipientis (2) incurrentis L [b] tunc (1) differentia cele (2) minor L

1 quae (1) se assequuntur (2) concurrent L 3 nempe celeritatem (1) minoris (2) majoris L
 4 propriam, (1) (perinde (2) [perinde L 5 ferretur L ändert Hrsg. 6 propria (1) $AB.$)
 $(2) AB.$] L 6f. communi; (1) itaque in ipsum ita aget, ac si, (2) quia si L 7f. agerent, (1) aget
 vero (2) ergo per [...] impellet B , L

4 [perinde: Eckige Klammer von Leibniz.

6 $AB.$]: Eckige Klammer von Leibniz.

corporum, seu ut $B - A$, ad corpus majus B . Retrorsum ergo tendet corpus A celeritate hujusmodi, sed idem prorsum tendit, seu pergere adhuc conatur celeritate communi ut $B(B)$; quod si ergo aequales sint hi duo conatus, id est si celeritas communis, sive ce-

(A)

leritas excipientis, sive celeritas minor $B(B)$ sit etiam ad AB celeritatum differentiam,

(A)

- 5 ut differentia corporum $B - A$ ad corpus majus B , tunc nulla ratio intelligi potest, cur alter horum conatum praevaleat, adeoque quiescat corpus incurrens. Vis autem tota in corpus excipiens transferetur.

Hinc jam caetera etiam demonstrantur, seu dubitatio generali ratiocinationi objec-

ta tollitur. Nam quando aequatur vis repulsae et vis progressus communis, tunc quies

10

sequitur, seu nec repulsa nec progressus, ergo si paulum excedat conatus progrediendi conatum repulsae, progredietur quidem corpus incurrens, sed celeritate etiam parva, non vero celeritatibus illis destructis, simul additis, quae possunt esse maxima, quod ab-

surdum foret. Idem est quando repulsa vincit. Aggregatum ergo destructarum virium

transferetur in excipiens; excessus fortioris vero incurrenti relinquetur.

1–6 *Am Rand:* Conatus repulsae $r \sqcap \frac{b-a}{b} \sim e - i \sqcap e - i, -\frac{a}{b}e + \frac{a}{b}i$. Conatus progressus $p \sqcap i$. Ergo $r \sqcap 1 - \frac{a}{b}$. $p \sqcap 1$. $p \sqcap r$. Ergo si celeritas incursus dupla sit celeritatis^[a] antecessus, corpus incurrens progreditur post incursum,^[b] quantumcunque corpus excipiens excedat incurrens.

[a] celeritatis (1) progressionis (2) antecessus L [b] incursum, (1) quodcunque sit (2) quantumcunque (a) sit (b) corpus excipiens excedat incurrens. L

1 majus B . (1) Duo ergo erunt (2) Retrorsum ergo tendet L 4 celeritas (1) $B(B)$ (2) minor (a) sit (b) $B(B)$ sit L 4 ad (1) celeritatem (2) AB celeritatum differentiam, L 5 ut (1) corpus A

(A)

(2) differentia corporum $A - B$ ad (a) corpus (b) AB celeritatum differentiam (3) differentia corporum $B - A$ ad corpus L 6 conatum erg. L 7f. transferetur (1) Nec video vel (2) Hinc jam L 9f. Nam (1) si (2) quando (a) constat nullam esse repulsam, nullamque esse (b) aequatur vis repulsae et vis (aa) celeritatis (bb) progressus communis, tunc quies sequitur, L 11 repulsae, (1) non potest certe (2) progredietur quidem corpus (a), sed (b) incurrens, sed L 11f. non (1) semper vero aggregat (2) vero celeritatibus illis destructis, L 13 vincit. (1) Non e (2) Aggregatum ergo L

Elegans est propositio quam de casu quietis attulimus, nempe si sit celeritas minor seu excipientis ad differentiam celeritatum, ut differentia corporum ad corpus majus, quiescit incurrens post incursum; et respondet isti: si quiescat excipiens ante incursum, fit celeritas minor seu [excipientis] ad differentiam celeritatum (id est celeritatem incurrentis) ut [differentia] corporum ad corpus majus. [10 v°]

5

Porro ex his etiam nova demonstrandi, vel saltem inveniendi Methodus duci potest. Nempe hoc theorema generale inventurus [si sit celeritas minor ad differentiam celeritatum, ut corporum differentia est ad corpus majus, quiescat incurrens post incursum] idque adhuc ignorans quaeret casus quosdam jam notos, in quibus contingit quies post incursum. Qualis est casus aequalitatis corporum, nempe[:] quando corpus incurrit in 10 aliud aequale quiescens, tunc ipsum incurrens quiescit. Hinc jam considerandum quam

5 *Am Ende des Absatzes:* NB. Quando est celeritas minor ad^[a] differentiam celeritatum ut differentia corporum ad corpus majus, tunc etiam est celeritas minor ad majorem ut corporum differentia ad corporum summam, ut calculus ostendit facillimus: $\frac{i}{e-i}$ aequ. $\frac{a}{b}$. Ergo bi aequ. $ae - ai$, seu $\overline{a+b}i$ aequ. ae , seu $\frac{i}{e}$ aequ. $\frac{a}{a+b}$. Vide sched. 5. pag. 3.^[b]

^[a] ad (1) majorem, (2) differentiam celeritatum L ^[b] pag. 3: Vgl. N. 586, S. 583.15–584.3. Es gilt aber zu bemerken, dass die Proportionen $i : (e - i) = (b - a) : b$ und $i : (e - i) = a : b$ nur dann gleich sind, wenn $b = 2a$. Leibniz rechnet hier – ebenso wie a.a.O. – wohl versehentlich mit $a : b$ statt $(b - a) : b$.

7f. *Am Rand:* Reformanda ut dixi^[a] haec propositio.

^[a] ut dixi: Vgl. die Randbemerkung zu S. 572.16–18.

1f. celeritas (1) | minor streicht Hrsg. nach E, S. 104 | (2) minor seu excipientis L 3 incurrens (1), et respondet isti, si quies (2) post incursum; [...] si quiescat L 4 incurrentis L ändert Hrsg. 5 differentiae L ändert Hrsg. 7 generale erg. L 10 incursum. (1) Exempli gratia (2) Qualis est casus L 10 corpus | aequale gestr. | incurrit L 11 ipsum (1) quiescens incurrit (2) incurrens quiescit. L

1 propositio [...] attulimus: Vgl. S. 572.16–18. 3–5 si quiescat [...] majus: Der Satz ist nur dann gültig, wenn – entgegen der Voraussetzung $b > a$ – die Bedingung $b = a$ gilt. Daraus folgt $0 : e = 0 : b$, womit das Theorem $i : (e - i) = (b - a) : b$, wie Leibniz behauptet, übereinstimmt. 7 [si: Eckige Klammer von Leibniz. 8 incursum]: Eckige Klammer von Leibniz.

- variis modis celeritas currentis in hoc casu exprimi possit; est celeritas major, est aggregatum celeritatum, est differentia celeritatum, est factum ex ductu celeritatis majoris in corpus incurrans, divisum per corpus excipiens; etc. Haec omnia enim coincidunt. Quies vero excipientis hoc loco est celeritas minor. Pro variis expressionibus variae in hoc casu fieri possunt observationes, exempli gratia in hoc casu aggregatum celeritatum ductum in corpus incurrans, divisum per corpus excipiens dat differentiam celeritatum. Item celeritas minor ducta in corpus majus et divisa per corporum differentiam, dat differentiam celeritatum (qui coincidit cum nostro). Inprimis autem eae observationes considerandae sunt, quae non sunt cum hoc casu reciprocae sed quae forte latius patere possint. Quodsi 5 omnes enumeremus ejusmodi observationes seu notabiles hujus casus; necesse est ut inter caeteras contineatur etiam illa observatio quae ipsi communis est cum aliis omnibus casibus in quibus fit quies incursum currentis in excipiens majus (nam omne aequale majus fingi potest excessu infinite parvo), ideo singulas examinando incidemus tandem in veram, quam plerumque praeceteris discernere facile est, et licet non enumeremus 10 observationes omnes, tamen potissimas habere non adeo erit difficile, praesertim si calculo agatur: et ex his facilius discernentur eae quae generaliores sunt, observando an demonstrari potuerint aliter quam per reciprocas hujus casus proprietates. Quanquam 15 id saepe sit obscurum in his praesertim de motu casibus, ubi non aequale facile est omnia calculo subjicere.
- 20 Praeterea utile erit plures casus notos inter se combinare, et quaerere proprietates ambobus communes, nam quae non sunt tales nec inservire possunt, item jungere inter se diversa, et quaerere inter ea harmoniam, ex. gr. casum cum incurritur in corpus minus, et cum incurritur in corpus majus.

2 ductu (1) in celeritatem majorem (2) celeritatis majoris L 3f. coincidunt. (1) Celeritas vero (2) Quies vero L 4 minor. (1) Has varias (2) Hinc vari (3) Pro variis L 5 possunt (1) regulae (2) propositiones vel (3) observationes, L 5 aggregatum (1) et differen (2) ductum (3) celeritatum ductum L 6 corpus (1) excipiens (2) incurrans L 8 celeritatum (1); viden (2) cum ergo hae (3) (qui coincidit cum nostro). Inprimis L 10 seu (1) proprietates (2) notabiles hujus casus; L 11 illa (1) proprietas (2) observatio L 13 ideo (1) caeteris rejectis (2) singulas examinando L 15 potissimas (1) observare non erit (2) habere non adeo erit L 21–23 possunt, (1) ex. gr. alias casus hic notus est, cum corpus aliquod incurrat in aliud corpus immobile, quiescens id est tardius antecedens celeritate minima, tunc enim reflectitur etiam (2) item jungere [...] corpus majus. L

8 qui [...] nostro: Siehe hierüber FICHANT 1994, S. 227f.

58⁶. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA QUINTA

Überlieferung:

- L Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 11–12. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 11; Ausfransung mit geringfügigem Textverlust am Rand von Bl. 11 r°. Vier vollbeschriebene Seiten, die den Text N. 585 fortsetzen und vom Text N. 587 fortgesetzt werden; ein Kustos am Ende von Bl. 12 v° verweist auf die *Scheda sexta*.
 E FICHANT 1994, S. 106–115 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 229–236). 5

[11 r°] Scheda quinta Januar. 1678
De concursu corporum

Superest ut calculo comprehendam casum, quo corpus incurrit in aliud majus, duplum
scilicet, unum cum repellitur, alterum cum progrederit. Incipiamus a casu progressus: 10
 A aequ. a , B aequ. b , $A(A)$ aequ. e , $B(B)$ aequ. i , AB aequ. $e - i$. Conatus retroce-
 (B) (A)
dendi est ad differentiam celeritatum AB seu $e - i$, ut differentia corporum $[B - A]$

9f. *Am Rand*: Hic calculus nullius momenti.^[a]

[a] nullius momenti: Die Rechnung beruht auf hinfälligen Annahmen und ist zudem fehlerhaft.

11-S. 579.1 *Am Rand:* Si $A \sqcap 1$ et B aequ. 2, et $A(A)$ aequ. 4 et $B(B) \sqcap 2$, erit $AB \sqcap 2$,
 (B)
 diff. cel. Ergo conatus retrocedendi ipsius A erit ad 2 diff. celer. ut diff. corp. 1 est ad
 corpus majus 2, seu con. retroc. $\sqcap \frac{2,1}{2} \sqcap 1$. Et^[a] conatus progrediendi $\sqcap B(A) \sqcap 2$. Ergo
 (B)
 progressus vincens ut 1, elisa vis seu repulsa duplicata erit 2, quae divisa per B dat 1.

Celeritas autem ipsius *B* antea erat 2, nunc erit 2 + 1, nempe 3.

[a] Et (1) progressus est (2) conatus progrediendi *L*

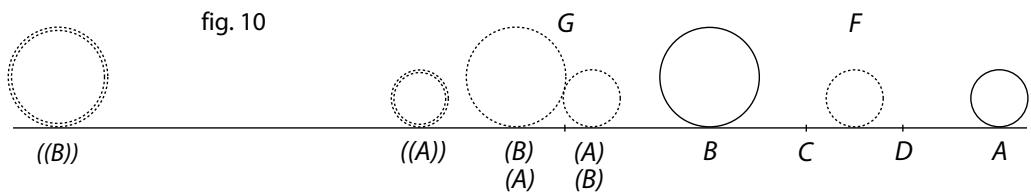
8f. corporum (1) Hactenus absolvi (2) Superest *L* 12-S. 578.1 corporum | *A - B ändert Hsg.*
 nach *E*, *S.* 106 | (1) est (2) (id est *C*) (3) est ad [...] id est (*a*) sumendo (*b*) centrum gravitatis [...] sumendo *C*, *L*

11 A aequ. a: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 578.

est ad corpus majus B , id est centrum gravitatis inter A , B sumendo C , et CD aequ. CB , erit conatus retrocedendi ad AB , ut DA ad AC , id est fiat GA ad BC ut BA ad CD , et BF aequ. GF , erit FA conatus retrocedendi, id est analytice $\frac{FA}{e-i} \sqcap \frac{b-a}{b}$ seu $FA \sqcap \frac{b-a}{b} e-i$. At conatus progrediendi est $B(B)$ seu i . Ergo quo posito ma-

5 jore quam FA , erit progressus $(A)(A)$ aequ. $B(B) - FA$ seu $i - \frac{b-a}{b} e-i$, id est $\frac{bi-be+bi+ae-ai}{b}$ aequ. $\frac{+2bi+ae}{-a..-b..} \sim b$ aequ. $\frac{+2ib+ia}{-e..-e..} \sim b$, quae quantitas debet es-

se affirmativa si quidem $(A)(A)$ sit progressus, alioqui erit repulsa. Sive fiet $(A)(A)$ aequ. $2i - e - \frac{a}{b} e-i$ aequ. ϵ .



[Fig. 1]

4f. Ergo (1) progressus erit (2) quo posito majore quam FA , erit (a) conatus (b) progressus L 7-S. 579.1 repulsa. (1) Sive fiet $(A)(A)$ aequ. $2i - e$. (2) Sive fiet [...] aequ. ϵ . (a) Via centri gravitatis ut investiget (b) Ergo (c) Porro L

2f. fiat [...] aequ. GF : Die Setzung ist unmöglich. An deren Stelle gilt wohl: $GA : BA = BA : CA$ und $BF = GB$. Siehe FICHANT 1994, S. 107. 6 aequ. $\frac{+2ib+ia}{-e..-e..} \sim b$: Die Herleitung ist falsch. An deren Stelle gilt: $\frac{b(2i-e)-a(i-e)}{b}$. Der Fehler wirkt sich auf alle folgenden Herleitungen bis S. 581.4 aus; weitere Fehler reihen sich später an. 8 $2i - e - \frac{a}{b} e-i$ aequ. ϵ : Die richtige Gleichung wäre: $\epsilon = 2i - e + \frac{a}{b}(e-i)$. Siehe FICHANT 1994, S. 107. [Fig. 1]: Das Diagramm entspricht den Anweisungen im Haupttext und nicht den fehlerhaften rechnerischen Ergebnissen.

Porro $(B)((B))$ aequ. y , et $by + ae \sqcap bi + ae$, est autem $ae \sqcap 2ai - ae - \frac{a^2}{b} \overline{e-i}$. Ergo by aequ. $bi + ae - 2ai + ae + \frac{a^2}{b} \overline{e-i}$, seu by aequ. $bi + 2ae - 2ai + \frac{a^2}{b} \overline{e-i}$. Ergo fiet y aequ. $i,, + \frac{2a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, \overline{e-i}$. Hinc si ad y adderetur $e-2i$ fieret $y+e-2i$ aequ. $\overline{e-i}$, $\boxed{2} \overline{1 + \frac{a}{b}}$, seu fiet: $y-i,, + e-i$ aequ. $e-i, \boxed{2} \overline{1 + \frac{a}{b}}$, seu fiet: $y-i$ aequ. $\boxed{2} \overline{1 + \frac{a}{b}}, -1,, \overline{e-i}$, et $i-\epsilon$ aequ. $\overline{1 + \frac{a}{b}}, \overline{e-i}$. Ergo addendo $y-i$ et $i-\epsilon$, fiet: $y-\epsilon$ aequ. $\boxed{2} \overline{1 + \frac{a}{b}}, +\frac{a}{b}, \overline{e-i}$ 5 seu $1 + \frac{3a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, \overline{e-i}$, quae quantitas $y-\epsilon$ est distantia corporum seu $((A))((B))$. Et si ponas $e-i$ esse unitatem, quod semper fieri potest sumendo pro mensura, fiet: $y-\epsilon$ aequ. $1 + \frac{3a}{b} + \frac{a^2}{b^2}$, et secundum hunc considerandi modum iisdem numeris exprimentur omnes differentiae, $y-\epsilon$, quando corpora a, b eadem manent.

Hinc patet et ponendo $\frac{a}{b}$ aequ. \odot , quando fit: $1 + 3\odot + \odot^2$ aequ. 0, corpora duo 10 eadem celeritate progredi, seu simul, verum cum aequatio haec sit impossibilis, etiam

5 Am Rand: $\frac{y-i}{i-\epsilon}$ aequ. $\frac{1 + \frac{a}{b}}{1} - \frac{1}{1 + \frac{a}{b}}$ aequ. $\frac{b+a}{b} - \frac{b}{b+a}$ seu $\frac{y-i}{i-\epsilon}$ aequ. $\frac{b^2 + 2ab + a^2 - b^2}{b^2 + ab}$

aequ. $\frac{2ab + a^2}{b^2 + ab}$ aequ. $\frac{a}{b}, \frac{+2b+a}{b+a}$ aequ. $\frac{a}{b}, \frac{b}{b+a} + 1$.

$$b^2 + 3ab + a^2$$

6 Am Rand, nachträglich hinzugefügt:
$$\frac{b-a}{-ab^2 - 3a^2b - a^3}$$

$$\frac{b^3 + 3ab^2 + a^2b}{b^3 + 2ab^2 - 2a^2b - a^3}$$

1 $y, (1)$ aequ. (2) et L 6 quae quantitas [...] seu $((A))((B))$ erg. L 8-11 $\frac{a^2}{b^2} (1)$. Hinc patet et casus (2) , et secundum [...] patet et (a) quando fit 1 (b) ponendo $\frac{a}{b}$ aequ. \odot , quando fit [...] aequ. 0, (aa) fieri rep (bb) corpora duo eadem celeritate progredi, L

casus iste erit impossibilis. $y - \epsilon$ est distantia corporum in casu progressus incurrentis,

nempe $\frac{3a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, e - i$ [Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.] seu $y - \epsilon$ aequ. $\frac{b^3 + a^3}{b^2, a + b}, e - i$, seu $\frac{y - \epsilon}{e - i}$ aequ. $\frac{a^3 + b^3}{b^2, a + b}$ seu distantia posterioris est ad priorem, ut summa cuborum cor-
porum ad factum ex quadrato majoris in amborum summam. [11 v°] $y - \epsilon$ aequ $1 + \frac{3a}{b} + \frac{a^2}{b^2}, e - i$.

5 Ergo $\frac{y - \epsilon}{e - i} \sqcap \frac{b^2 + 3ba + a^2}{b^2}$, seu $\frac{y - \epsilon}{e - i} \sqcap \boxed{2} \frac{b + a}{b}, [+ \frac{a}{b}]$.

Via centri est $\frac{a}{a + b} \overline{e - i} + i$ aequ. $\frac{ae + ai}{a + b} \sqcap \frac{a}{a + b} \overline{e + i}$, quae si auferatur ab $y - \epsilon$ seu a
 $\boxed{3} \frac{\overline{b + a}, + ba, a + b}{b^2, a + b}$, seu scribatur $y - \epsilon, -$ via centri, $C(C) \sqcap \frac{\boxed{3} \overline{b + a}, + ba, a + b, e - i}{b^2, a + b}$,
 $C(B)$
 $-ab^2, e + i$, fiet $y - \epsilon, -$ via centri: $\frac{b^3 e + a^3 + 2b^2 ae + 3ba^2 e, + b^3 i + a^3 i + 2b^2 ai + 3ba^2 i}{b^2, a + b}$, seu

si centrum gravitatis aequabiliter procederet, foret distantia ejus a ((B)), sive ((B))((C))

10 aequ. $\boxed{3} \frac{\overline{b + a}, \overline{e - i} + ba^2, \overline{e - i}, - 2ab^2 i}{b^2, a + b}$, sed falsa haec aequatio, ostendi enim centrum
gravitatis non progredi eodem modo.

$$2-4 \text{ Am Rand, gestr.: } \frac{b^2 [-ab]^{[a]} + a^2}{\begin{aligned} & b + a \\ & + ab^2 - a^2 b + a^3 \\ & + b^3 - ab^2 + a^2 b \\ & \hline b^3 & + a^3 \end{aligned}}$$

[a] + ab L ändert Hrsg.

2 $\overline{e - i}$ (1) aequ. (2) seu $y - \epsilon$ (3) seu $y - \epsilon$ aequ. L 3 $\frac{a^3 + b^3}{b^2, a + b}$ seu (1) differentia (2) distan-
tia (a) corporum (b) posterioris est ad priorem, L 5 $-\frac{a}{b}$ L ändert Hrsg. 9 foret (1) via
(2) distantia ejus L 9f. ((B))((C)) | aequ. streicht Hrsg. | aequ. L

6 $\frac{ae + ai}{a + b}$: Die Herleitung ist falsch. Richtig wäre: $\frac{ae + bi}{a + b}$. Der Fehler wirkt sich auf die weiteren Herleitungen bis zum Ende des Absatzes aus. Weitere Herleitungsfehler reihen sich an.
10f. ostendi [...] modo: Vgl. N. 582, S. 547.5–549.2; N. 583, S. 556.11–557.10; N. 584, S. 561.10–562.15.

Pro casu repulsae[,] similis calculus prodit, nempe $(A)((A))$ erit $\frac{b-a}{b}, \overline{e-i},, -i$ aequ.
 ϵ seu $e - 2i - \frac{a}{b}e + \frac{a}{b}i$ seu $e - 2i, -\frac{a}{b}\overline{e-i}$, et $by + a\epsilon \sqcap ae + bi$ fiet: $y \sqcap \frac{ae + bi - a\epsilon}{b} \sqcap \begin{cases} +ae \\ -a\epsilon \end{cases} + i$
 et $y \sqcap i + \left(\frac{ae}{b} - \frac{a}{b}\epsilon \right) + \frac{2a}{b}i + \frac{a^2}{b^2}\overline{e-i}$, et $\epsilon + y$ seu distantia corporum nova erit: $e - \boxed{2}i - \boxed{+i}$
 $\frac{a}{b}e + \frac{a}{b}i + \frac{a^2}{e^2}\overline{e-i}$.
 $+ \frac{2a}{b}i$

$\frac{ae}{a+b}$ celeritas qua procederet corpus motum incurrens in quiescens si nulla esset percus- 5
 sio. Ergo vis percussionis est $ae \sim 1 - \frac{a}{a+b} \sqcap ae \sim \frac{b}{a+b}$, quae detracta de ae , relinquit
 $ae, \sim \frac{a}{a+b}$ quae tota transbit in corpus B , praeterea que dimidia pars ejus divisa per a ,
 scilicet $\frac{[a]}{2, a+b}e$, detrahetur a celeritate ipsius A residua, seu a $\frac{a}{a+b}\boxed{2}, e$.

Si nulla esset resistentia, foret celeritas post incursum $\frac{ae}{a+b}$ quae ducta in b , dabit
 vim quam corpus incurrens quiescenti communicaret, scilicet $\frac{ab}{a+b}e (\frac{3}{2}$ dentur ipsi b , 10

2 seu $e - 2i - \frac{a}{b}e + \frac{a}{b}i$ seu $e - 2i, -\frac{a}{b}\overline{e-i}$ erg. L 4f. $+\frac{a^2}{e^2}\overline{e-i}$. (1) (fig. 3) (2) Vis ae, bi , ubi concurrent
 (3) $\frac{ae}{a+b}$ (a) vis qua procederetur (b) celeritas qua [...] in quiescens L 6–8 est (1) $ae - \frac{ae}{a+b}$
 (2) $ae \sim 1 - \frac{a}{a+b} \sqcap ae \sim \frac{b}{a+b}$, (a) cuius dimidium $\frac{ab}{2, a+b} \sim e$ (ni fallor medium harmonicum inter a et b)
 quod divisum per a , dabit $\frac{b}{2, a+b}e$, quae quantitas (b) et residua vis (c) quae detracta [...] pars ejus
 (aa) detrahetur ae (bb) divisa per a , scilicet $|\frac{b}{2, a+b}e$ ändert Hrsg. | detrahetur a [...] a $\frac{a}{a+b}\boxed{2}, e$. L
 10-S. 582.1 $\frac{ab}{a+b}e$ (1) cuius (2) $(\frac{3}{2}$ dentur ipsi b , movebitur) L

5f. $\frac{ae}{a+b}$ [...] percussio: Die bisherige Untersuchung (über den Fall eines kleineren Körpers, der auf einen größeren, sich in dieselbe Richtung fortbewegenden stößt) bricht hier ab und wird, wie Leibniz selbst in der Randbemerkung zu S. 582.5–7 festhält, durch eine neue Untersuchung ersetzt, bei der die Wirkung der Elastizität beim Stoß im Mittelpunkt steht. Ausgangspunkt ist jetzt wieder der Fall eines Körpers, der in einen ruhenden stößt. Diese neue Untersuchung knüpft an ältere Texte wie etwa N. 39 an.

movebitur) et restabit vis pro progressu $ae - \frac{abe}{a+b}$ aequ. $\frac{a^2e \boxed{-abe + abe}}{a+b}$, sive $\frac{a}{a+b}ae$
 quae rursus divisa per $a+b$ dabit celeritatem communem $\frac{a^2}{a^2 + 2ab + b^2}e$, cui addatur
 $\frac{3}{2} \frac{ab}{a+b}e$ divisa per b , fiet $\boxed{2} \frac{a}{a+b}, e, + \frac{3a}{2, a+b}, e$ celeritas excipientis. [12 r°]

- 5 a et b aequalia sunt, et a incurrat in b quiescens, videamus quomodo inde quies.
 Certum esse arbitror majorem esse percussionem, cum duo corpora concurrent vi in-
 ter ipsa aequaliter partita, quam quando vis in uno tantum est, alterum vero quiescit.
 Percussio videtur esse tanta quanta est resistentia.

Si manente corpore excipiente et manente celeritate incursus augeatur incurrens,
 quaeritur an augeatur percussio? Ita certe.

- 10 [Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Quaeritur an dividenda vis in duas partes, unaque earum tribuenda percussioni, ut $\frac{ae}{2}$, qua corpora
 se conantur separare. Ergo cuilibet eorum dabitur $\frac{ae}{4}$, sed quia incurrens id recipere non potest, imo
 regressu hoc etiam de suo perdit, ideo excipiens recipiet $\frac{3}{4}ae$, et praeterea $\frac{ab}{a+b}e$ quod debet esse non
 majus[,] minus quam $\frac{1}{4}ae$ seu $\frac{b}{a+b} \sqcap \frac{1}{4}$ seu $4b \sqcap a+b$. Haec ergo raciocinatio inepta.

- 15 Vis percussionis seu elastica an necessario inter duo corpora aequaliter dividitur?
 Imo quid si tantum agat in debilius?

5–7 *Am Rand:* Hae ratiocinationes de vi Elastica interrumpunt seriem praecedentium
 ratiocinationum et^[a] probandae sunt magna ex parte.

[a] et (1) pleraeque (2) probandae sunt magna ex parte. *L*

1f. $\frac{a^2e \boxed{-abe + abe}}{a+b}$, (1) seu $\frac{a}{a+b} \sim e \frac{2a^2e + abe}{2, a+b}$ sive $ae + \frac{a}{2, a+b}e + \frac{ae}{2}$ (2) sive $\frac{a}{a+b}ae$ (a) celeritas
 communis, cui addatur $\frac{b}{a+b}ae$ celeritas (b) quae rursus [...] communem $\frac{a^2}{a^2 + 2ab + b^2}e$, *L* 4–7 quies
 (1): resistentia est incurrentis (2). Resistentia incurrentis (3). Certum esse [...] est resistentia. *L* 8 et
 manente celeritate incursus *erg. L* 12 Ergo (1) $\frac{3ae}{2}$ (2) cuilibet *L* 13f. non majus *erg. L*

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Videndum an dici possit vim percussionis esse eandem pro quantitate appropinquationis manente eadem. Quod sane satis probabile videtur. Et certe videtur vis corporum in se invicem hinc esse aestimanda. Cum revera motus nil sit nisi respectivum aliquid.

Sit ergo corpus a incurrens in aliud b . Celeritas a sit e et b sit i et percussio sit p^2 .
 Erit residua vis $ae + bi - p^2$ quae divisa per $a + b$ dabit $\frac{ae + bi - p^2}{a + b}$ celeritatem qua ambo corpora progredi conantur. Porro vis percussionis p^2 in corpora aequaliter distribuitur, erit ergo pro corpore A ea vis $\frac{p^2}{2}$, et celeritas qua corpus A repelletur erit $\frac{p^2}{2a}$. Ergo si $\frac{ae + bi - p^2}{a + b}$ aequ. $\frac{p^2}{2a}$ corpus A quiescat, seu si vis residua post percussionem sit ad vim percussionis ut summa corporum ad duplum alicujus ut A , corpus A quiescat, ut patet[,]
 seu $p^2 \sqcap \frac{\overline{ae + bi}, 2a}{3a + b}$. Hinc conferendo quando in superioribus corpus aliquod quiescere diximus, inde ducemus qualis in illis casibus fuerit vis percussionis.

Nimirum quando corpora sunt aequalia, et excipiens quievit, etiam incurrens quiescat. Est autem p^2 hoc casu $\frac{2a^2e}{3a + b}$, seu $\frac{2a^2e}{4a}$ aequ. $\frac{ae}{2}$, id est vis percussionis fuit dimidia totius quae hoc loco erat ae . Quaeramus alium casum, supra ostendimus si corpus minus assequatur majus, et sit celeritas minor ad differentiam celeritatum, ut cor-

2–4 *Am Rand:* Ratiocinemur paulo accuratius de vi percusionis.

5 in (1) minus quiescens (2) aliud L 5 et b sit i erg. L 7 in erg. L 8f. $\frac{p^2}{2a}$. (1) Ergo
 si $\frac{ae - p^2}{a + b}$ aequ. $\frac{p^2}{2a}$, seu si $2a^2e - 2ap^2$ aequ. $ap^2 + bp^2$, | seu si $2a^2e$ aequ. $3ap^2 + bp^2$ erg. | (2) Ergo si
 $\frac{ae + bi - p^2}{a + b}$ aequ. $\frac{p^2}{2a}$ L 11 seu $p^2 \sqcap \frac{\overline{ae + bi}, 2a}{3a + b}$ erg. L 11 Hinc (1) sumendo (2) conferendo L
 11f. corpus (1) incurrens (2) aliquod (a) quiescit inveniemus (b) quiescere diximus, L 13 excipiens
 (1) quiescit (2) quievit L

13f. quando corpora [...] incurrens quiescat: Vgl. N. 581, S. 531.5–12 sowie N. 585, S. 575.1–5.
 15–S. 584.3 Quaeramus [...] summam: Vgl. N. 585, S. 575.1–5. Die Wiedergabe ist allerdings fehlerhaft: Leibniz rechnet hier (wohl versehentlich) mit $\frac{a}{b}$ statt $\frac{b-a}{b}$.

pus minus ad corpus majus, tunc corpus incurrens quiescat. Nimirum eo casu $\frac{i}{e-i}$ aequ.

$\frac{a}{b}$, seu bi aequ. $ae - ai$, seu $\overline{a+b}i$ aequ. ae , seu $\frac{i}{e}$ aequ. $\frac{a}{a+b}$, seu celeritas minor ad majorum, ut corpus minus ad corporum summam. Ergo $i \sqcap \frac{ae}{a+b}$, quem valorem substituendo

in aequ. p^2 aequ. $\frac{\overline{ae+bi}, 2a}{3a+b}$ fiet ergo p^2 aequ. $\frac{\overline{2ae-ai}}{2a+\frac{ae}{i}} \sim 2a$ seu p^2 aequ. $\frac{4aei-2ai^2}{2i+e}$.

5 In casu quietis $\frac{v^2-p^2}{a+b}$ aequ. $\frac{p^2}{2a}$ seu $\frac{v^2-p^2}{p^2} \sqcap \frac{a+b}{2a}$ seu $\frac{v^2}{p^2}-1$ aequ. $\frac{1}{2} + \frac{b}{2a}$, seu $\frac{v^2}{p^2} \sqcap \frac{3}{2} + \frac{b}{2a}$.

In casu quietis $\frac{2a}{a+b} \sqcap \frac{p^2}{v^2-p^2}$ atqui in casu quietis cum corpus minus incurrit in majus antecedens, fit: $\frac{2a}{a+b} \sqcap \frac{2i}{e}$. Ergo fit: $\frac{p^2}{v^2-p^2}$ aequ. $\frac{2i}{e}$ seu $\frac{e}{2i}$ aequ. $\frac{v^2}{p^2}-1$ aequ. $\frac{b}{2a} + \frac{1}{2}$. Seu $\frac{v^2}{p^2} - \frac{b}{2a} \sqcap \frac{3}{2}$. $\frac{2a}{a+b} \sqcap \frac{p^2}{v^2-p^2} \sqcap \frac{2i}{e}$. Ergo $p^2 \sqcap \frac{2v^2}{\frac{b}{a}+3}$ seu $\sqcap \frac{2a}{3a+b}v^2$.

10 $\frac{v^2}{p^2}-1 \sqcap \frac{e}{2i}$. Ergo $p^2 \sqcap \frac{v^2}{\frac{e}{2i}+1} \sqcap \frac{2i}{e+2i}v^2$. [12 v°]

2 Am Rand: $a+b$ aequ. $\frac{ae}{i}$, bi aequ. $ae - ai$

4 $\frac{\overline{ae+bi}, 2a}{3a+b}$ (1) fiet $\frac{2a^2e + \frac{2aeb}{a+b}}{3a+b}$, vel quia $a+b \sqcap \frac{ae}{i}$, substituendo in p^2 , (2) fiet (a) : $\frac{\overline{ae+e-i}, a \frac{2a}{a+b}}{3a+a \sim \frac{e-i}{i}}$

aequ. p^2 aequ. $\frac{\overline{2ei-i^2}2a}{\boxed{3} i+e \boxed{-1}}$ aequ. $\frac{2e-i}{2i+e} \sim 2ai$ (b) ergo p^2 aequ. [...] aequ. $\frac{4aei-2ai^2}{2i+e}$. L 5 $\frac{p^2}{2a}$

(1) | aequ. streicht Hrsg. | (2) seu L 10-S. 585.1 $\frac{2i}{e+2i}v^2$. | Sed id hoc loco nec probare, nec refutare licet. gestr. | [12 v°] Ut L

3 quem valorem substituendo: Bei folgender Herleitung substituiert Leibniz unterschiedliche Werte, die er soeben aus dem Verhältnis $i : (e-i) = a : b$ gewonnen hat. 4 aequ.: *aequationem* 5 $\frac{v^2-p^2}{a+b}$:

Wie bereits in N. 39, S. 385.20–22 stehen hier v^2 für die Summe der Bewegungsgröße ($ae + bi$) und p^2 für die Stoßkraft (*percussio*). Siehe FICHANT 1994, S. 112.

Ut in universum vim percussionis investigem, ita erit agendum. Corpus aliquod amittit aliquid sua vis, idque tum ex eo, quod corpus fortius abripit debilius, sed minore celeritate, tum etiam ex repulsa ob percussionem, itaque quicquid non perdidit ex abruptione, id perdidit ex repulsa. Nimirum abreptionis celeritas esset $\frac{ae}{a+b}$, quando corpus a incurrit in quiescens b celeritate e , quae si substrahatur a celeritate e , restabit $e - \frac{ae}{a+b}$, ⁵ id est $\frac{be}{a+b} \sqcap r$. Quod si autem minus aliquid superest, id periit per repercussionem. Jam demonstravimus supra, si corpus aliquod a incurrat in quiescens b et quidem majus in minus, tunc celeritatem residuam ϵ esse ad priorem e , ut $a - b$ ad a , seu $\epsilon \sqcap \frac{a-b}{a} e$. Investigemus jam $r - \epsilon$, fiet $\frac{be}{a+b} - \frac{a-b}{a} e$ aequ. $\frac{ab - a^2 + b^2}{[a a + b]} e$, seu $\boxed{e} - \frac{ae}{a+b}, \boxed{-e} + \frac{b}{a} e$. Ubi si ratiocinatio ista proba est, necesse est primum posito esse a majorem quam b , sem- ¹⁰ per esse r majus quam ϵ , seu $\frac{b}{a+b}$ majus quam $\frac{a-b}{a}$, seu ab majus quam $\underbrace{a+b, \sim a-b}_{a^2 - b^2}$. Scribatur $a \sqcap b + \alpha$ fiet: $ab \sqcap b^2 + ab$, et $a^2 - b^2 \sqcap \boxed{b^2} + \alpha^2 + 2\alpha b \boxed{-b^2}$. Ergo $ab, -, \overline{a+b}, \overline{a-b}$ aequ. $b^2 \boxed{+\alpha b} - \alpha^2 - \boxed{2} ab$. Seu debet esse b^2 major quam $\alpha^2 + ab$, seu bb major quam $[\alpha\alpha]$. Quod non est in potestate quia ipsae α et b sunt a se invicem independentes et pro

9 Am Rand: Notabile: $\frac{be}{a+b} + \boxed{\frac{be}{a}} - e$ aequ. $\boxed{\frac{be}{a}} - \frac{ae}{a+b}$.

12f. Am Rand: Seu $+b^2 + b^2 - b^2 - \alpha^2 - 2$ [bricht ab.]

2 vis, (1) vel (2) idque L 4 repulsa. (1) Seu (2) Nimirum L 4f. esset (1) $\frac{ae + bi}{a+b}$, quando corpora non sibi occurrunt (2) $\frac{ae}{a+b}$, quando (a) corpus unum (b) corpus a incurrit in quiescens b (aa), celeritas abrepti (bb) celeritate e , (aaa) et vis (bbb) quae si substrahatur ($aaaa$) ab a ($bbbb$) a celeritate e , L 6f. $\sqcap r$ (1) quae foret celeritas perdita per percussionem. Ergo si (a) corpus (b) ea ducta (c) in a (2). Quod si [...] quiescens b L 9 jam (1) $\epsilon - r$ (2) $r - \epsilon L$ 9 $a + b$ L ändert Hsrg. 13 $- \boxed{2} ab$ (1) seu aequ. $2b^2 - a^2$. Ergo necesse est $b\sqrt{2}$ esse majorem quam a (2). Seu debet [...] quam $\alpha^2 + ab$, L 14 $a\alpha$ L ändert Hsrg.

7 supra: Vgl. N. 581, S. 537.1–3.

arbitrio sumi possunt, ergo potest contingere ut $\alpha^2 + ab$ non sit minor sed major quam b^2 . Quo casu residuum abreptionis r est minus quam residuum abreptionis simul et repercussionis; cum tamen videatur id quod a sola abreptione relinquitur semper debe-
re esse majus quam quod relinquitur ex duobus illis capitibus. Quae objectio nostras
5 praecedentes ratiocinationes valde labefactaret.

Videamus tamen: $b^2 + \beta^2 \sqcap \alpha^2 + ab$. Ergo $b^2 - ab + \frac{\alpha^2}{4} \sqcap \frac{5}{4}\alpha^2 - \beta^2$. Ergo $b - \frac{\alpha}{2} \sqcap \sqrt{\frac{5}{4}\alpha^2 - \beta^2}$.
 Seu $b \sqcap \sqrt{\frac{5}{4}\alpha^2 - \beta^2} + \frac{\alpha}{2}$. Et quies orietur, quando $b \sqcap \frac{\alpha}{2}\sqrt{5} + \frac{\alpha}{2}$. Cum tamen nunquam
 quies oriri debeat in casu incursus majoris in minus. Unde sequitur nos nondum satis
 exacte ratiocinatos, dum lineam supra supposuimus rectam. Seu cum $ab \sqcap a^2 - b^2$, seu
 10 cum $b^2 + ab + \frac{a^2}{4} \sqcap \frac{5}{4}a^2$. Seu cum $b + a \sqcap \frac{a}{2}\sqrt{5}$.

4f. *Am Rand:* NB NB. Objectio difficilis contra praecedentia. [Hierzu, gestr.:] Nunc puto
 subesse errorem in calculo quoad objectionem.

7–10 *Am Rand:* Hic certa demonstratione eversa est linea^[a] recta qua usi eramus. Quan-
 do corpus majus incurrit in minus quiescens^[b] celeritas post incursum minor est celeri-
 tate qua ferrentur ambo simul, si servata^[c] quantitate virium sese abriperent. Ergo r
 seu $\frac{be}{a+b}$ major quam ϵ , seu major quam $\frac{a-b}{a}e$, seu ergo $\frac{b}{a+b}$ major quam $\frac{a-b}{a}$.
 Positis scil. prioribus ratiocinationibus seu $ab \sqcap a^2 - b^2$, seu posito a aequ. $\alpha + b$, fiet
 $\alpha b + b^2 \sqcap \alpha^2 + 2ab$ $\boxed{+ b^2 - b^2}$ seu $b^2 \sqcap \alpha^2 + ab$, quae patet semper non eventura. Hinc ergo^[d]
 errores superiores deprehendimus.

[a] linea [...] eramus: Siehe Erläuterung zu S. 586.9. [b] quiescens erg. L [c] servata (1) motus
 (2) quantitate virium L [d] ergo (1) errorem (2) errores L

1f. quam b^2 . (1) Imo (2) Quo L 2 est | multo gestr. | minus L 4 relinquitur (1) a sola
 (2) ex duobus L 9 supra erg. L 9f. $a^2 - b^2$, (1) seu cum $b^2 + 2ab + a^2 \sqcap 2a^2$ (2) seu cum
 $b^2 + ab + \frac{a^2}{4} \sqcap \frac{5}{4}a^2$. L

9 lineam [...] rectam: Vgl. N. 581, S. 535.7–536.6; N. 582, S. 545.12–14; N. 584, S. 561.4–7.

Ponamus corpus aliquod moveri, eique inter procedendum imponi aliud corpus, sine ulla percussione, quaeritur an tunc minus impediatur, quam si percussio fuisse secuta. Et re accurate considerata ita videtur, non posse saltem plus efficere percussione, quam efficisset sine percussione. Itaque cum sine percussione secum abripiat corpus, nunc percussione ante se agat, itaque primum necesse est, ut si corpus in quod impingit majore 5 celeritate ante se agit quam qua movisset sine percussione, ut ipsum feratur, minore quam qua tunc fuisse latum[,] alioqui vires augerentur. Et contra si minore, ipsum majore celeritate feretur. Verum impossibile est ut corpus abripiens aliud corpus cum percussione[,] progrediatur majore celeritate quam abripiens ipsum sine percussione. Nam praeterquam 10 quod nulla ratio est, quae faciat ut plus efficiat, sequeretur absurdum, nempe virium augmentum in universum, nam si abripiens citius fertur etiam abreptum celerius fertur, ergo major vis quam si abfuisse percussio, ergo major vis quam ante concursum (nam abreptio sine percussione servat eandem), quod absurdum. Ergo abripiens cum percussione non potest majori procedere celeritate quam abripiens sine percussione. Sed nec eadem, 15 quia corpora dura per percusionem a se invicem separantur, quod non fit quando eadem celeritas abripiens quae in abreptione sine percussione. Nam ergo et eadem abrepti, neque enim minor (ut patet,[]) quia abreptum, nec major, alioqui augeretur vis, quod absurdum. Ergo in abreptione cum percussione semper celerius procedit percussum et tardius percutiens quam in abreptione sine percussione.

1 Am Rand, *gestr.*: Verissime.

4f. Am Rand: Verissima.

1f. aliud corpus, (1) utique minus imp (2) sine ulla [...] minus impediatur *L* 2–4 secuta. (1) Videtur sane per percusionem plus efficere (2) Et re [...] plus efficere (a), quam effecisset (b) percussione, quam efficisset sine percussione. *L* 4 Itaque (1) in quantum (2) cum *L* 5 itaque (1) conveniens videtur, ut (2) primum necesse est, ut *L* 6 quam (1) quae erat (2) qua movisset *L* 7 augerentur. (1) Sed (2) Et contra *L* 8 ut corpus (1) incurrens (2) abripiens *L* 8f. percussione (1) feratur (2) progrediatur *L* 9f. Nam (1) ergo et id quod secum impellit, (a) feret (b) ferretur majore celeri (2) praeterquam quod [...] sequeretur absurdum *L* 14 nec (1) aequali (2) eadem *L* 15 dura erg. *L* 16 celeritas (1) quae abreptionis (2) abripiens quae in abreptione *L* 17 major, (1) quia (2) alioqui *L* 18 semper (1) major (2) celerius *L*

58₇. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA SEXTA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 13–14. Ein Bogen. 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 14. Vier vollbeschriebene Seiten, die den Text N. 58₆ fortsetzen und vom Text N. 58₈ fortgesetzt werden; ein Kustos am Ende von Bl. 14 v° verweist auf die *Scheda secundo-sexta* (wobei *secundo-sexta* aus *septima* verbessert ist). Randbemerkungen zum Teil *post reformatio-nem* verfasst (siehe die editorische Vorbemerkung, S. 528,4–16).
- 5 *E* FICHANT 1994, S. 116–124 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 236–255).

[13 r°]

Scheda sexta
De concursu Corporum

Januar. 1678

10 Hactenus de corporis in aliud quiescens vel antecedens incursu tractavi sine consideratione percussione. Sed nunc ea quoque adhibenda videtur. Dico igitur: Abreptionem esse cum corpus aliquod ideo in eam plagam tendit fortius quam ante, quia aliud nunc ipsum comitatur. Fit autem abreptio vel sine percussione, vel cum percussione. Sine percussione, ut si corpori in motu existenti aliquod aliud imponi intelligatur vel appendi[,] tunc enim 15 procedent simul, theorema autem progressus hoc erit:

Si corpus unum abripiat aliud quiescens sine percussione; procedent ambo celeritate quae sit ad celeritatem incursum, ut corpus incurrens ad corporum summam. Alioqui enim

16f. Am Rand: ^[a]Post reformationem[:] ae^2 vis quae divisa per $a + b$ dat $\frac{a}{a+b}e^2$, ^[b] mo-
mentum imo totius molis motae, cuius radix est $e\sqrt{\frac{a}{a+b}}$ quae foret celeritas. Itaque res
hoc modo non procedit.

^[a] (1) Imo sic (2) Post reformationem $L \quad [b] \quad \frac{a}{a+b}e^2$, (1) celeritate corporis (2) momentum imo totius
molis motae, L

11–13 cum (1) corpus alteri celeriori (2) duo corpora (3) corpus aliquod | ideo erg. | in eam plagam
tendit (a) in qua aliud (b) fortius quam [...] ipsum comitatur. $L \quad 15$ simul (1) celeritate quae sit ad
priorem (2), theorema autem progressus hoc erit: $L \quad 16$ quiescens erg. $L \quad 17$ ut (1) summa
corporum ad (2) corpus incurrens ad $L \quad 17$ summam. (1) Ut s (2) Alioqui L

non servabitur eadem potentia. Idem aliter ostendi potest, quia utique tardius progreedi necesse est, et eo magis quidem quo majus est corpus additum, unde ob progressionis simplicitatem, ostendendo saltem lineam de qua agitur esse debere rectam, habetur quaesitum.

Idem est si corpus abripiat aliud antecedens, quod probatur tum independenter a praecedenti, ex eo quod vis eadem, tum etiam posita compositione motus ex communi ambobus et eo qui incurrenti est proprius. Qui consensus tum ratiocinationem nostram per compositionem et per vim conservatam, magis probabilem reddit, si opus ea haberet probabilitate. 5

Corpora duo concurrentia cum percussione, post percussionem a se invicem rece- 10 dunt. Haec propositio est experimentum[,] vel si dura aut elastica dicimus concurrere cum percussione erit definitio.

Si augeatur corpus incurrens, etiam percussio augetur, manentibus caeteris.

Si augeatur corpus excipiens, manentibus caeteris, etiam percussio augebitur.

Si augeatur celeritas corporis incurrentis, etiam percussio, id est conatus corporum 15 a se invicem recedendi, augetur.

Si duo corpora sibi occurrant, et proprius ad aequalitatem accedat eorum potentia utrinque, etiam major est percussio. Si duo corpora sibi aequali vi occurrant, percussio tanta est quanta est tota vis. In aliis casibus omnibus percussio minor est tota vi.

Si duo corpora sibi occurrant, vis percussionis non potest esse minor vi communi 20 duplicita. Sive de tota vi residuum pro simplici abreptione non potest esse majus differentia virium. Quod ita demonstratur. Ponamus corpus potentius esse *A*, debilius *B*, auferatur ab *A* virium excessus, constat tunc percussionem fore aequalem vi communi

13–16 *Am Rand*: Videtur nimirum percussio ab his tribus pendere.

17–19 *Am Rand*: Haec verissima.

2f. est, (1) unde necesse est pro (2) et eo [...] progressionis simplicitatem, *L* 4f. quaesitum. (1) Hinc (2) Si corpus (3) Idem est si corpus *L* 6 etiam (1) ex eo quod (2) posita compositione *L* 7 et eo (1) quod (2) qui *L* 11f. vel si [...] erit definitio *erg.* *L* 13 Si (1) majus sit (2) augeatur corpus incurrens, etiam percussio (a) fit major, (b) augetur, *L* 14 Si (1) minu (2) majus sit (3) augeatur corpus excipiens, | manentibus caeteris, *erg.* | etiam percussio (a) fit major. (b) augebitur. *L* 17 occurrant, (1) eo major est (2) et proprius *L* 18f. est percussio. (1) Maxima est percussio (2) Percussio semper minor est (3) Si duo corpora | duo *gestr.* | sibi aequali vi occurrant, (a) aequalis est (b) percussio tanta [...] tota vis. *L* 21 pro (1) non simplicis abreptionis (2) simplici abreptione *L* 23 tunc (1) excessum (2) percussionem *L*

duplicatae, id est vi toti; ergo nunc si quid vi ipsius *A* adjiciatur, non ideo minuetur percussio. Imo potius augebitur, et ideo affirmo[:]

Si duo corpora sibi occurrant, vis percussioneis major est vi communi duplicata, quia supra dixi aucta tota incurrentis (hoc loco alterutrius incurrentis) celeritate, augeri percusionem.

Si duorum corporum unum incurrat in aliud cum percussione, minore celeritate progreditur, quam si incurreret sine percussione[:] patet ex demonstratis sub finem praecedentis schedae, et locum habet tam in incursu quam in occursu.

Si corpus incurrat in quiescens, minor est percussio quam si occurrat in occurrentis.

10 Aucta est enim celeritas alterius incurrentis.

Potest fieri ut minor sit percussio duorum corporum sibi incurrentium, quam si alterutrum quiesceret. Modo enim concedatur aliquam esse percussionem. Patet enim vim occursus minorem quavis data fieri posse. Si autem nulla esset percussio cum in quiescens [13 v°] impingitur, sequeretur nec corpus parvum in maximum corpus impingens repellit nonnihil.

Quaeritur an eadem sit percussio si corpora eadem celeritate sibi appropinquent, quaecunque sit denique propria cujusque celeritas absoluta. Sint corpora *A*, *B* concurrentia celeritatibus *e*, *i*, et sit *ae* aequ. *bi*, erit vis percussioneis aequ. $2ae$ aequ. $2bi$, seu $ae + bi$. Ponamus jam quiescere *b*, et celeritatem ipsius *a* esse *H*, esse autem *H* 20 aequ. *e + i*, tunc erit eadem celeritas appropinquationis quae ante, percussio vero erit $ae + bi$, et vis tota erit $ae + ai$. Ergo vis residua erit $(ae) + ai - (ae) - bi$, seu $ai - bi$ quae divisa per $a + b$, dat celeritatem $\frac{a - b}{a + b}i$ pro residuo abreptionis, cui si addatur $\frac{ae + bi}{2b}$,

$$\text{fit } \frac{a^2e(+b^2i) + abe(+abi) + \frac{2}{3}abi(-\frac{2}{3}b^2i)}{2ab + 2b^2}$$

pro celeritate progressus incurrentis quando

2 augebitur | quia supra dixi aucta *erg. u. gestr.* |, et ideo *L* 4 loco (1) alterius (2) alterutrius *L*
9 occurrat in (1) quiescens. (2) occurrentis. *L* 13 percussio (1) nam inquescitur (2) cum in quiescens *L* 16f. sibi (1) appropinquant (2) appropinquent, *L* 17 denique *erg. L* 18 vis (1) concursus (2) percussioneis *L* 20 *e + i*, (1) | erit *streicht Hrsg.* | (2) tunc erit *L* 21f. *ai - bi* (1) cui si addatur *ae* + (2) quae divisa [...] $\frac{a - b}{a + b}i$ pro (a) celeritate (b) residuo abreptionis, [...] addatur $\frac{ae + bi}{2b}$, *L* 23-S. 591.1 quando incurrentis | repellitur ändert *Hrsg.* | *erg. L*

4 supra: S. 589.15–16. 7 ex demonstratis: Vgl. N. 586, S. 587.13–14.

incurrens [progreditur], et si ad $\frac{a-b}{a+b}i$ addatur $\frac{ae+bi}{2a}$, quando scil. repellitur, tunc etiam patet quid scribi debeat, quando scil. majus est $\frac{ae+bi}{2a}$ quam $\frac{a-b}{a+b}i$, quando vero minus, tunc debet ad $\frac{a-b}{a+b}i$ addi $\frac{ae+bi}{b}$, et $\frac{ae+bi}{2a}$ detrahi a $\frac{a-b}{a+b}i$. Video tamen ex his regulam illam procedere non posse. Igitur concludo sic:

Falsa est propositio quod eadem sit percussio, si corpora sibi eadem celeritate propinquent. Quod probo per instantiam hoc modo. Sint duo corpora a, b concurrentia celeritatibus e, i , ita ut sint in reciproca corporum ratione, seu ut sit ae aequ. bi . Ponatur autem esse corpus b majus corpore a . Porro patet celeritatem qua sibi appropinquant corpora esse $e+i$. Ponatur jam corpus b quiescere, et corpus a in ipsum incurrere celeritate $e+i$. Erit percussionis vis etiam $ae+bi$, vis autem tota est $ae+ai$, quae est minor quam $ae+bi$, quia a minor quam b , erit ergo vis percussionis major quam vis tota, quod est absurdum. Ergo in hoc casu (cum corpus scil. incurrens est minus excipiente) falsa est propositio, quod eadem sit percussio si corpora sibi eadem celeritate propinquent.

Si eadem esset percussio nulla ratione motuum propriorum habita, sequeretur in corporibus mollibus seu percussione parentibus perdi vim, et quidem omnem perdi quae alioqui, si elastica essent, conatum discedendi produci ponitur. Quod ipsorum qui eandem

3–6 *Am Rand*: Error in calculo et ratiocinatione ex falsa hypothesi servanda^[a] quantitatis motus.

^[a] servanda (1) virium (2) quantitatis motus L

14–16 *Am Rand*: Haec objectio diligenter examinanda, nam et potest et meretur solvi.

1 si (1) a (2) ad $\frac{a-b}{a+b}i$ (a) detrahatur (b) addatur L 2 debeat, (1) sed quando (2) quando scil. L
 4f. sic: (1) Nam f (2) Falsa est L 7 seu ut (1) sint (2) sit L 9 $e+i$. (1) Fingatur (2) Ponatur L
 9 jam (1) eadem (2) corpus L 11 percussionis (1) minor quam vis (2) major quam (a) vis (b) vis
 tota, L 12f. Ergo (1) falsa est prop (2) in hoc [...] est propositio, L 14f. in corporibus [...]
 percussione parentibus erg. L 15 perdi (1) motum (2) vim, L 15 quidem (1) illam quae
 (2) omnem perdi quae L 16 ponitur. (1) Quia (2) Quod L

3 $\frac{ae+bi}{b}$: Wohl eher $\frac{ae+bi}{2b}$. 16–S. 592.1 qui [...] defendant: Anspielung auf E. MARIOTTE, *De la percussion*, partie I, prop. 3 (Paris 1673, S. 25f.); siehe hierzu LSB VIII, 2 N. 50, S. 423.22–424.3, sowie N. 423 in diesem Band, S. 409.9–410.1. Leibniz berichtigt allerdings seine Aussage N. 5810, S. 637.8–638.2.

percussionem defendunt sententiae contradictit. Ratio connexionis est, quod Elastica ab aliis mollibus non nisi in eo differunt, quod resiliunt; ambo ergo recipiunt in se vim percussionis, mollia absorbent, Elastica reddunt.

Si data sint duo corpora et datum sit, quid altero in alterum velut quiescens in currente eventurum sit, dabitur etiam quid in quoconque alio casu sit eventurum. Nam primo dabitur ex praecedentibus, quid futurum sit, si unum praecedat, alterum assequatur, tantum enim addendus est motus communis. Nunc ostendam tantum, quod hinc etiam duci possit casus occursum. Quando corpora duo occurrunt sibi, tunc vel est aequalis potentia eorum, vel inaequalis, si aequalis constat [ea] eadem celeritate repellit, sin inaequalis, tunc pars potentiae majoris aequalis [minori] potentiae, eique juncta, id est potentia [minor] duplicata dabit partem conatus recedendi, et corpus fortius differentia potentiarum seu excessu suae potentiae praeterea in debilius velut quiescens agere intelligetur, unde rursus separatim partim percussio partim conatus abreptionis, quibus inter se junctis, regulae etiam occursum habentur. Ergo datis regulis incursum in quiescens dantur regulae concursuum omnes. [14 r°]

Quando corpus incurrit in aliud quiescens tunc Percussio semper aequalis est vi quam corpus incurrens transferret in excipiens, si percussio abesset.

Nam corpus impingens in aliud vim suam in duo exercere potest, vel in corporum elaterium sive flexibilitatem, vel in tota. Id est movere potest vel totum vel partes. Facilius autem partes movere patet, quia etsi cohaereant, elaterio tamen cohaerent, quod minimo impulsui aliquantum cedet. Facilius autem est flectere, ideo flectetur seu tendetur ictu elaterium corporum concurrentium eousque facilius est flectere quam movere excipiens; id est tota vis quae transferenda est in impingens, in Elaterium potius transfertur; interea corpus ipsum eodem momento quo conatum quem corpori debebat

4f. *Am Rand:* Inquirendum an hoc verum.

4 data (1) sunt (2) sint *L* 4f. quid (1) eveniat uno (2) altero in [...] eventurum sit, *L*
7f. ostendam tantum, (1) quod futurum sit (2) quod hinc etiam duci possit *L* 9 ea erg. Hrsg.
10 minoris *L ändert Hrsg.* 11 minoris *L ändert Hrsg.* 11 duplicata (1) erit jam conatus
(2) dabit partem conatus *L* 11 et (1) reliqua (2) corpus *L* 16 Quando corpus [...] quiescens
tunc erg. *L* 18 impingens in (1) minus duo facere potest (2) aliud vim [...] exercere potest, *L*
20 partes (1) moveret (2) movere patet, *L* 22 quousque (1) non est diffic (2) facilius est *L*
24 transfertur; (1) non quasi (2) interea *L*

6 ex praecedentibus: Vgl. S. 588.16–589.11. 16–S. 593.2 Quando [...] divisa: Ähnliche Ausführung
in dem von Leibniz eigenhändig auf den 11. Juni 1677 datierten Text N. 50 *De vi ictus*, S. 478.13–17.

elaterio impressit, cum amplius flectere non possit, pergit cum excipiente vi residua per summam corporum divisa.

$a, b \quad v^2$ aequ. ae aequ. $ae + bi$, seu i aequ. 0. Celeritas qua, si abesset percussio,
 e, i
 ϵ, y

corpora simul ferrentur $\frac{a}{a+b}e$. Unde hoc modo vis corpori excipienti b impressa esset
 $\frac{ab}{a+b}e$ et vis corporis incidentis seu residua $\frac{a^2}{a+b}[e]$. Quia vero vis percussionis est 5
 eadem cum vi quae corpori excipienti si percussio abesset imprimeretur, hinc erit vis
 percussionis $p^2 \cap \frac{ab}{a+b}e$ quae, quod notabile est, eodem modo refertur ad utrumque
 corpus, et post percussionem residua vis erit $v^2 - p^2$ [seu] $ae - \frac{ab}{a+b}e$, seu $\frac{a^2e + abe - abe}{a+b}$
 aequ. $\frac{a^2}{a+b}e \cap v^2 - p^2$, quae divisa per $a + b$ dabit celeritatem qua, omissa percussione,
 pergerent, nempe $\frac{a^2}{a^2 + 2ab + b^2}e$ aequ. π , et vis in a erit $\frac{a}{a+b}\boxed{2}$, ae aequ. πa , vis in b 10
 erit $\frac{a}{a+b}\boxed{2}$, be aequ. πb .

Jam corpus a duos habet conatus contrarios, unum pergendi celeritate π , alterum re-grediendi celeritate $\frac{p^2}{2a}$, seu dimidia vi percussionis. Ergo pergit vel regreditur eorum dif-

2 *Am Ende des Absatzes:* Hoc verum repertum et in reformatio-ne, sed nescio an hinc bene concludatur quia mutanda ratiocinatio de vi.

1 possit, (1) pergit vi residua (2) pergit cum excipiente vi residua L 2f. divisa (1) seu residua celeritate cui dimidium percussionis subtractum reliquit vim (2) cuius vis (3). $a, b [...]$ aequ. 0. (a) p
 e, i
 ϵ, y
 seu vis percussio-nis $\frac{a}{a+b}$. (b) Celeritas L 5 e erg. Hrsg. nach E, S. 119 8f. percussio-nem
 (1) totum procedet (2) residua vis erit $|v^2 - p^2$ erg. | seu erg. Hrsg. | $ae - \frac{ab}{a+b}e$, seu $\frac{a^2e + abe - abe}{a+b}$ aequ.
 $\frac{a^2}{a+b}e \cap v^2 - p^2$ erg. |, quae L 10 aequ. π , (1) ab hac vi (2) et vis in a erit L 11–13 aequ. πb
 (1) si ab illa subtrahas $\frac{ab}{2, a+b}e$ et ab hac tantundem fiet illic $\frac{2a^3 - a^2b - ab^2}{2, a^2 + 2ab + b^2}$ pro (2). Sive differentia
 (3). Jam corpus a duos habet conatus (a), unum (b) contrarios, unum | per-gendi erg. | celeritate π ,
 alterum | regrediendi erg. | celeritate (aa) $\frac{ab}{2a}$, (bb) $\frac{p^2}{2a}$, L

ferentia prout alteruter vincit; eritque ϵ aequ. $\pm \frac{\pi}{\sqrt{v^2 - p^2}} \pm \frac{p^2}{2a}$, seu $\frac{\pm 2av^2 \pm 2ap^2 \pm ap^2 \pm bp^2}{[2a,] a + b}$,
 seu $\frac{\pm 2av^2 \pm 3ap^2 \pm bp^2}{[2a,] a + b}$, seu explicando $\pm \frac{a}{a+b} \boxed{2} e \pm \frac{b}{2, a+b} e$ sive $\frac{\pm 2a^2 \pm ab \pm b^2}{2, \overline{a+b}^2} e$ aequ. ϵ .

Ubi patet corpus a incurrens continuare progredi si $2a^2$ major quam $ab + b^2$, quod fit quando corpus a majus quam b . Sit enim a majus quam b , erit utique a^2 majus quam b^2 , auferendo ergo illinc a^2 , [hinc] b^2 manebit illic a^2 hic ab ; est autem a^2 majus quam ab , ergo et erit $a^2 + a^2$ majus quam $ab + b^2$.

Ergo quandocunque corpus a est majus quam b , progreditur post concursum. Contra videamus quid futurum sit si sit b majus quam a , an tunc quoque futurum sit $ab + b^2$ majus quam $2a^2$, [seu] an $ab + b^2$ majus quam $a^2 + a^2$. Ita ajo, nam ab est majus quam unum a^2 , et b^2 majus quam alterum a^2 , itaque tunc corpus a incurrens repelletur. Hinc etiam statim colligi potest sine nova ratione (singulari tamen concludendi genere) quando a et b aequales tunc corpus incurrens non progredi nec repelli, sed quiescere, idem ex calculo reapse facta constat, nam fiet $\pm 2a^2 \pm a^2 \pm a^2$ id est 0.

Est ergo vis continuationis $\frac{2a^2 - ab - b^2}{2, \overline{a+b}^2} e$ aequ. ϵ , et vis repulsae $\frac{-2a^2 + ab + b^2}{2, \overline{a+b}^2} e$
 15 aequ. ϵ . Porro hoc conflictu duorum conatum, pergendi et resiliendi, seu π et $\frac{p^2}{2a}$, de-

14f. *Am Rand:* Haec accuratius examinanda, nam subest error.

1 prout (1) alterutrum (2) alteruter L 1f. $\pm \frac{p^2}{2a}$, (1) | seu streicht Hrsg. | quae (2) seu
 | $\frac{\pm 2av^2 \pm 2ap^2 \pm ap^2 \pm bp^2}{a+b}$ ändert Hrsg. | , seu | $\frac{\pm 2av^2 \pm 3ap^2 \pm bp^2}{a+b}$ ändert Hrsg. | , seu explicando L
 2f. sive (1) $\frac{\pm 2a^2 \pm ab \pm b^2}{a+b}$ (2) $\frac{\pm 2a^2 \pm ab \pm b^2}{2, \overline{a+b}^2} e$ (a); ubi patet cor (b) aequ. ϵ . [...] a incurrens (aa) repelli
 si $2a^2$ majo (bb) continuare | progredi erg. | si $2a^2$ major L 3f. $ab + b^2$, (1) seu si (2) quod fit
 quando (a) a + (b) corpus a majus L 5 ergo (1) hinc a^2 (2) illinc a^2 , | hic ändert Hrsg. | b^2 L
 6–8 $ab + b^2$. (1) Contra videamus quid sit futurum (2) Ergo quandocunque [...] futurum sit L 9 $2a^2$
 (1). Utique si (2), seu quod (3), | seu erg. Hrsg. | an L 10 itaque tunc [...] incurrens repelletur.
 erg. L 11f. genere) (1) est (2) quando L 12 non (1) denique quando a et b aequales, tunc
 etiam (2) progredi nec repelli, sed quiescere, L 13 calculo (1) separato (2) reapse facto L

struitur minor ex ipsis, et quidem bis; ideoque transfertur in alterum corpus. Est ergo vis illa vel $\pi \sim 2a$, vel $\frac{p^2}{2a} \sim 2a$, seu $2\pi a$, vel p^2 .

Si $+x - y$ aequ. $\pm x \mp y$, erit $z \sqcap x$. Si $-x + y$ aequ. $\pm x \mp y$ erit z aequ. y . Multipli[14 v°]centur in se invicem haec duae aequationes

$$\begin{array}{l} \pm x \mp y \text{ aequ. } +x - y \\ \pm x \mp y \text{ aequ. } -x + y \end{array}$$

seu brevius ponatur $\pm x \mp y$ aequ. ω , fiet

$+x \mp y$	$-x \mp y$	$\text{aequ. } 0$	5
$+x \mp y$	$+x \mp y$	$\text{aequ. } 0$	
<hr/>			
$-y\omega$	$+xy$	$+y^2$	
$+x\omega$	$+xy$	$-x^2$	
$+x\omega$	$-x\omega$	$+y\omega$	

seu fiet ω^2 aequ. $y^2 + x^2 - 2xy$. Porro z aequ. x , si $\pm x \mp y$ aequ. $+x - y$. Ergo tunc $\pm x \mp y$ aequ. $+y \mp y$ seu x aequ. $\frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 - \frac{1}{\omega}} y$ (aequ. z) unde fit vel x aequ. y vel $1 + \frac{1}{\omega}$ aequ. 0.

Contra z aequ. y si $\pm x \mp y$ aequ. $-x + y$. Ergo tunc y aequ. $\frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 + \frac{1}{\omega}} x$ (aequ. z) id est vel y aequ. x vel $1 + \frac{1}{\omega}$ aequ. 0.

Ergo z aequ. $\frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 - \frac{1}{\omega}} y$ vel z aequ. $\frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 + \frac{1}{\omega}} y$ seu $z - \frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 + \frac{1}{\omega}} y$ aequ. 0.
 seu $z - \frac{1 + \frac{1}{\omega}}{1 + \frac{1}{\omega}} x$ aequ. 0.

9f. Am Rand: NB. Non semper $\frac{a}{a}$ facit^[a] 1, cum scilicet a aequ. 0. Paradoxum mirabile.

[a] facit 1 (1) sed (2) cum L

1–3 corpus. (1) Porro differentia corporum addita minori facit corpus (2) Hinc (a) totum, (b) majus, (3) Hinc si a tota vi (4) Quod ut generali formula complectamur sic agemus, dicemus, (a) in corpus excip (b) vim destructam in corpus excipiens transferendam esse. (5) Est ergo vis illa (a) vel $2\pi a$ vel p^2 (b) vel $\pi \sim 2a$ [...] vel p^2 . (aa) Scribatur $2a$ (bb) Sint duo, y et x et volumus generali formula exprimere alterutrum eorum esse sumendum, hoc ita puto fieri poterit: $\pm by \mp cx \mp ey \mp fx$ (cc) Sit $z \mp x$ (dd) Sit \pm aequ. + | et \pm [!] erg. | et formula debet esse aequ. y fiet $+by + cx - ey - fx$ aequ. y . Ergo $\pm x \mp y$ (ee) Si $+x - y$ aequ. $\pm x \mp y$ erit $z \sqcap x$. L 8 (aequ. z) erg. L 9 (aequ. z) erg. L

$$\begin{aligned} z^2 - \frac{1+\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{2}}yz &= \frac{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}yx \quad \text{sed videtur hic } z \text{ destrui.} \\ &- \frac{1+\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{2}}x. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z^2 - \frac{m}{m}yz + \frac{mn}{mn}xy &\sqcap 0. \quad m \sqcap 1+\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \text{ aequ.} -\frac{1}{2} \\ &- \frac{n}{n}x. \end{aligned}$$

Ergo z aequ. \pm

$$\sqrt{\left\{ \frac{\frac{2\frac{1}{2}2}{2\frac{1}{2}2}y^2 + \frac{2\frac{1}{2}2}{2\frac{1}{2}2}x^2 + \frac{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}2xy}{4} + \frac{1+\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{2}}y + \frac{1+\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{2}}x. \right.} \\ \left. - \frac{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}{+1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-1}xy \right\}}$$

Itaque z habet duos valores quorum unus debet facere x alter y .

5 Si aequationem $z^2 - \frac{m}{m}yz + \frac{mn}{mn}xy \sqcap 0$ multiplicemus per mn , fiet $mnz^2 - mnyz - \frac{n}{n}xz$

$mnxz + mnxy \sqcap 0$. Ubi pro variis procedendi modis varia prodibunt, ut si omnia dividas per mn , restabit: $z^2 - yz + xy \sqcap 0$, quod ostendit aequationis hujus duos esse $-x$

valores, seu z esse aequ. x vel y , est autem x aequ. $\frac{a}{a+b}\boxed{2}e$ et y aequ. $\frac{b}{2,a+b}e$, fiet

3 Nebenrechnung: $(z^2 + rz + s$ fiet $z^2 - rz + \frac{r^2}{4} \sqcap \frac{r^2}{4} - s$ et z aequ. $\sqrt{\frac{r^2}{4} - s} + \frac{r}{2}[])$

6 Am Rand: z aequ. $\sqrt{\frac{y^2 + x^2 + 2xy}{4} - xy + \frac{y+x}{2}}$.

8 valores, (1) | seu z (a) esse x (b) vel y streicht Hrsg. (2) seu z [...] vel y , L

3f. z aequ. [...] alter y : Die Bildung sowie die Lösung der quadratischen Gleichung in z sind fehlerhaft.

$$z^2 - \frac{a}{a+b} \boxed{2} ez + \frac{a^2 b}{2, a+b \boxed{3}} e^2, \text{ quae erit minor harum duarum, } x \text{ vel } y, [\text{ea}] \text{ duplicata}$$

$$- \frac{b}{2, a+b} \dots$$

tribuenda est excipienti, quia destruitur in incurrente.

z aequ. $\frac{\sqrt{y^2 + x^2 - 2xy}}{2} + \frac{y+x}{2}$, seu $2z$ aequ. $\pm y \pm x + y$, seu $z \sqcap \frac{\pm y \pm x + y}{2}$, id est 5
 z aequ. x vel y , quod est pulcherrimum. Et ratio cur initio statim non invenerim est, quod posui tantum arbitrarias cum ambiguis signis, non vero cum alteris, v.g. debuisse dicere: 10
 z aequ. $\pm \alpha y \pm \beta y + \gamma y - \delta y \pm \eta x \pm \theta x + \kappa x - \lambda x$, et postea explicando literas arbitrarias hoc modo ut posito \pm esse + et \pm esse - fiat z aequ. x , et posito contrario fiat y . Hoc patet effectu facile esse, imo plus quam facile ob arbitrariarum superabundantiam, fieri enim potest infinitis modis, ex quibus simplicissimus haud dubie iste est[:] ut autem aequationibus altioribus, ubi plures sunt quam tres radices[,] res procedat[,] efficere non licebit nisi pluribus novis adhibitis signis, quae sane inquirere operae pretium est. Habemus ergo interim hoc notabile theorema: Si differentia addatur summae, aggregati dimidium erit quantitas minor. Ejusmodi theorematum maximi sunt usus ad faciendas propositiones universales.

Itaque hoc loco $\frac{\epsilon}{\text{differentia}} + \frac{\pi}{\overbrace{v^2 - p^2}^{a+b}} + \frac{p^2}{2a}$ aequ. $2a, \overline{a+b}\epsilon + 2av^2 - \boxed{2}ap^2 \boxed{+ ap^2} + bp^2$, 10

1f. quae erit [...] vel y , | quae ändert Hrsg. | duplicata tribuenda [...] in incurrente erg. L 12 notable (1), si differen (2) theorema: Si differentia L 12f. erit (1) alterutra (2) quantitas minor. L

12f. theorema [...] minor: Der Satz ist falsch. Vielmehr gilt: Wenn $a > b$, dann $\frac{(a+b)+(a-b)}{2} = a$; wenn $a < b$, dann $\frac{(a+b)-(a-b)}{2} = b$. Leibniz selbst berichtigt sich in N. 588, S. 601.9; siehe hierzu FICHANT 1994, S. 123.

fiet minor quantitas $\frac{\pm 2a^2 + a^2 \pm ab + ab \pm b^2 + b^2}{2, \overline{a+b}^2}$, [e], quae multiplicata per a dat vim de-
 structam[,] in excipiens transferendam, seu divisa per b celeritatem excipientis hinc ac-
 ceptam. Porro idem excipiens duas alias habet celeritates, unam π , quae erat $\frac{a}{a+b} \boxed{2}$, e,
 alteram $\frac{p^2}{2a}$, seu ponendo $\pi \sqcap x$ et $\frac{p^2}{2a}$ aequ. y, habebit $x + \frac{a}{b}y$. Ergo habebit in sum-
 ma celeritates $2z + x + \frac{a}{b}y$. Est autem $2z$ aequ. $\pm y \pm x + x + y$ cui addatur $x + \frac{a}{b}y$, fiet:
 $\pm y \pm x + 2x + y + \frac{a}{b}y$ celeritas excipientis. Posito x aequ. $\frac{a^2}{a+b}e$ et y aequ. $\frac{b}{2, a+b}e$, fiet
 $\begin{array}{cccc} \pm 1 & \sim + ab & + 1 \sim + ab & \pm 2 \sim a^2 \\ + 1 & + b^2 & + a^2 & + 4 \end{array}$
 in summa $\frac{2, a^2 + 2ab + b^2}{2, a^2 + 2ab + b^2} e$.

1-3 $\frac{\pm 2a^2 + a^2 \pm ab + ab \pm b^2 + b^2}{2, \overline{a+b}^2}$, | $\frac{ea}{b}$, erg., ändert Hrsg. | (1) qu(ae) duplicata (2) quae (a) addenda
 ad (b) multiplicata per a (3) quae || quae streicht Hrsg. | multiplicata per a | divisa per b gestr. | erg. |
 dat vim destrictam in excipiens (a) transferendam, (aa) (→) autem (bb) seu celeritatem excipientis,
 excipiens autem dudum habet vim (b) transferendam, seu [...] hinc acceptam. L 6 excipientis
 (1) positio (2) est autem $y + \frac{a}{b}y$ (3) positio x [...] aequ. $\frac{b}{2, a+b}e$ L

1-3 $\frac{\pm 2a^2 + a^2 \pm ab + ab \pm b^2 + b^2}{2, \overline{a+b}^2}$, [...] acceptam: Leibniz ergänzt den Faktor $\frac{ea}{b}$, beschreibt aber anschlie-
 ßend die Multiplikation mit a und die Division durch b. Tatsächlich berücksichtigt er im Folgenden
 nur den Faktor e. Siehe hierzu FICHANT 1994, S. 123. 7 in summa: Das richtige Ergebnis ist:
 $\frac{\pm b^2 \pm ab \mp 2a^2 + b^2 + 2ab + 5a^2}{2(a+b)^2} e$. Vgl. N. 58₈, S. 599.23.

58₈. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA SECUNDO-SEXTA**Überlieferung:**

L, A Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 15–20, LH XXXVII 4 Bl. 59–60 und LH XXXVII 5 Bl. 91.
 Vier Bogen 2° (Bl. 15, 20; 16, 19; 17–18; 59–60) und ein Blatt 2° (Bl. 91); gleiches
 Wasserzeichen auf Bl. 17, 19, 20, 60 und 91; Textverlust an den Rändern von Bl. 59
 (der verlorene Text ist z.T. noch lesbar in dem 1967 aufgenommenen S-Film Nr. 116 der
 GWLB Hannover); Papiererhaltungsmaßnahmen bei Bl. 59–60 und 91. Etwa zehn-
 halb Seiten, die den Text von N. 587 fortsetzen; Bl. 15 r°, 15 v°, 17 v°, 18 r°, 18 v°, 19 r°,
 59 r°, 59 v° und 91 r° sind vollständig und zumeist ganzseitig beschrieben; Bl. 16 v°,
 20 r° und 60 r° halbseitig; Bl. 17 r° um zwei Zeilen; Bl. 16 r°, 19 v°, 20 v° und 60 v°
 sind leer; Bl. 91 v° überliefert den Schlussteil von N. 5812. Textfolge (nicht von Leib- 10
 niz eindeutig festgelegt): Bl. 15 r°, 15 v°, 20 r°, 59 r°, 59 v°, 60 r°, (59 r°), (60 r°),
 91 r°, 17 r°, 17 v°, 18 r°, (17 v°), (18 r°), 18 v°, 19 r° und 16 v°. Die Tabellen auf
 Bl. 19 r° (S. 625) und Bl. 59 r° bis 60 r° (S. 607–612) sind z.T. von Schreiberhand mit
 Ergänzungen und Änderungen von Leibnizens Hand (*LiA*); die in den Tabellen wieder-
 gegebenen experimentellen Werte stammen von F. REGNAULD, Brief an B. de Monconys 15
 vom 21. Dezember 1655, in B. DE MONCONYS, *Journal des voyages*, Teil III: „Lettres
 escrittes à Monsieur de Monconys“ (Lyon 1666, S. 52–55, getrennte Paginierung). Siehe
 zur Textgenese von N. 58₈ die editorische Vorbemerkung, S. 528.39–529.28.

E FICHANT 1994, S. 125–144 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 257–277).

[15 r°]

Scheda secundo-sexta

Januar. 1678 20

Ex his concluditur universaliter, corpore aliquo in aliud incurrente, fieri ex consideratione
 percussione celeritatem excipientis

$$\begin{array}{r} +5 \sim a^2 \quad +1 \sim b^2 \quad +2ab \\ \pm 2 \quad \pm 1 \quad \pm 1 \\ \hline +2a^2 \quad +2b^2 \quad +4ab \end{array} e,$$

ubi patet posito b aequ. a fieri hanc celeritatem aequ. e .

Breviter ergo, et ut tutiores simus, repetendus est calculus: tantum pro y adhibendo 25
 w , quia alioqui litera y uti soleo pro celeritate excipientis.

21 Ex his: Der Text knüpft unmittelbar an das Ende von N. 587, S. 598.7 an.
 Die Setzung bleibt im Folgenden unbeachtet. Siehe FICHANT 1994, S. 125.

25f. adhibendo w :

Corpus *a*, ejus celeritas *e*. Corpus *b*, ejus celeritas 0. Vis v^2 erit aequ. *ae*. Si corpus *a* abripiat secum corpus *b*, fiet celeritas abreptionis $\frac{a}{a+b}e$ quam vocabimus *s*, quia ita simul moventur corpora, quod fit, cum nulla percussio contingit, seu cum corpora sunt mollia et elastro parentia. Porro vis percussionis tanta est, quanta est vis quam perdit incurrens per motum, quae utique est illa quam daret excipienti, si simul progrederentur, quae erit *bs*. Hanc vim potius elastro corporum dabit, quia facilius est elastrum superare eosque donec tensio elastri aequalis fiat isti vi, quia tunc quod supra addi deberet elastro, id potius corpori datur, quod minus resistet quam elastrum jam ita tensum. Interea autem [tam] vis datur elastro, nihilominus residua vi corpora simul pergere conabuntur, ea 10 residua vis erat *as*. Vocabimus vim percussionis p^2 , fiet p^2 aequ. *bs* vel p^2 aequ. $\frac{ab}{a+b}e$. Ubi notandum percussionem eodem modo componi ex utroque corpore. Vis autem in corpore residua ademta vi percussionis, seu *as*, si dividatur per summam corporum habebitur

1 Am Rand: v^2 aequ. *ae*

2 Am Rand: s aequ. $\frac{a}{a+b}e$

6 Am Rand: p^2 aequ. *bs*

10 Am Rand: p^2 aequ. $\frac{ab}{a+b}e$

11 Am Rand: Conclusio verior quam modus probandi, ob errorem circa quantitatem motus.

2 vocabimus (1) *t*, quia ita (2) *s*, quia ita *L* 7 addi (1) posse (2) deberet *L* 7 id erg. *L*
8 tensum. (1) Si (2) Interea *L* 9 tum *L* ändert Hrsg. 10 *as*. (1) Erit ergo p^2 (2) Vocabimus
vim [...] fiet p^2 . *L*

celeritas qua corpora post percussionem pergere conantur, nempe $\frac{as}{a+b}$ aequ. π , id est explicando s erit ipsum $\frac{a^2}{a^2 + 2ab + b^2} e$ aequ. π .

Porro percussio corpora disjicere ac separare conatur, vimque inter ipsa suam dividit. Ideo corpus incurrens a duos habebit conatus, unum pergendi celeritate π , alterum regrediendi vi $\frac{p^2}{2}$, id est celeritate $\frac{p^2}{2a}$, quam vocemus r . Et proinde movebitur eorum differentia, quae erit $\pm \pi \pm r$ aequ. ϵ . Ex his autem minor quantitas, id est π vel r , prout alterutra major fuerit, destruetur. Minor quantitas, ut generaliter exprimamus, est $\frac{\pm \pi \pm r + \pi + r}{2}$, id est differentia summae et differentiae dimidiata, quae est quantitas minor. (Nam summa summae et differentiae dimidiata est quantitas major.) Destruetur ergo quantitas illa minor duplicita, nempe: $\pm \pi \pm r + \pi + r$, id est vis $\pm \pi \pm r + \pi + r a$, quae proinde transferenda est in corpus excipiens b , id est divisa per b dabit ipsi conatum qui fiat celeritate $\frac{a}{b}, \pm \pi \pm r + \pi + r$. Porro idem corpus b excipiens jam habet celeritatem pergendi cum toto, nempe π , item dimidiam vim percussionis, seu conatum pergendi dimidia vi percussionis per ipsius magnitudinem divisa, $\frac{p^2}{2b}$, seu $\frac{s}{2}$, seu $\frac{a}{b}r$. Habemus ergo

1 Am Rand: π aequ. $\frac{as}{a+b}$ π aequ. $\frac{a}{a+b}[2], e$

2 Am Ende des Absatzes: Error puto.

5 Am Rand: r aequ. $\frac{p^2}{2a}$ aequ. $\frac{b}{2a}s$ aequ. $\frac{b}{2, a+b}e$

6 Am Rand: ϵ aequ. $\pm \pi \pm r$, perget autem corpus a si π major, repellitur si r major ex his duabus.

2f. aequ. π . (1) Hinc *(in)* corpore incurren (2) Porro percussio corpora L 5 est (1) vi (2) celeritate L 7f. destruetur. (1) Quod (2) Id est (3) Minor quantitas ut generaliter exprimamus (a) destruetur: $\frac{\pm \pi \pm r + \pi \pm r}{2}$, quae (b) est $\frac{\pm \pi \pm r + \pi + r}{2}$, id est L 9 summa (1) earum (2) summae et differentiae dimidiata L 14 $\frac{p^2}{2b}$, (1) seu $\frac{s}{2}$ (2) seu $\frac{s}{2}$, seu $\frac{a}{b}r$. L

summam celeritatis qua progredietur excipiens $\frac{a}{b}, \sqrt{\pi + r + \pi + r}, + \pi + \frac{a}{2, a+b} e$, ergo fiet
seu $+ \frac{a}{b} r$

celeritas excipientis $\frac{a}{b} \sqrt{\pi + r + \pi + 2r + \pi}$ et celeritas incurrentis ϵ aequ. $\pm \pi \pm r$. Id est si

π majus quam r , tunc corpus a perget celeritate $+\pi - r$, et corpus b perget celeritate $\frac{3ar}{b} + \pi$. Si vero r majus quam π , tunc corpus a repelletur celeritate $r - \pi$, at corpus b

perget celeritate $\frac{a}{b} \sqrt{2\pi + r}, +\pi$. [15 v°]

Ut vero literas π, r explicemus, retenta signorum ambiguitate, substituemus pro π ,
 $\frac{a^2}{a^2 + b^2 + 2ab} e$, et pro r ponemus $\frac{b}{2a + 2b} e$. Itaque pro $\pm \pi \pm r$ fiet:

$\frac{\pm 2a^2 \pm ab \pm b^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} e$ aequ. ϵ , et pro $\frac{a}{b} \sqrt{\pi + r + \pi + 2r + \pi}$ fiet

$$\frac{\begin{array}{r} \pm 1 \sim 2a^3 & \pm 1 \sim a^2b & + 2a^2b \\ + 1 & + 2 ab^2 & \end{array}}{+ 2a^2b + 4ab^2 + 2b^3} e, \text{ vel } \frac{\begin{array}{r} \pm 1 \sim 2a^3 & \pm 1 \sim a^2b & \pm 1 \sim ab^2 \\ + 1 & + 4 & + 2 \\ \hline & & \end{array}}{+ 2a^2b + 4ab^2 + 2b^3} e.$$

10 Porro in valore ipsius ϵ invento patet,

si corpus a sit majus corpore b , etiam quantitatem $2a^2$ esse majorem quantitate $ab + b^2$,

et contra si b sit majus quam a , esse minorem,

nam si a majus quam b , erit $a^2 + a^2$ majus quam $ab + b^2$,

minus minus

quia a^2 majus quam b^2 , et a^2 majus quam ab .

minus minus

15 Quod si a, b corpora sint aequalia, erunt et hae duae quantitates aequales, fietque ϵ aequ. 0, quod aliunde notum est.

1 qua (1) conatur (2) progredietur L 1f. fiet (1) vis (2) celeritas L 2f. est (1) corpus (2) si π [...] tunc corpus L 4f. corpus b (1) repelletur (2) perget L 11 si (1) a sit (2) corpus a sit majus L 11 quantitatem erg. L 11–13 $ab + b^2$ (1) nam $a^2 +$ (2) et contra [...] minorem nam | si a [...] b erit erg. | $a^2 + a^2 L$

9 vel: Im linken Ausdruck fehlen im Nenner eigentlich die Summanden $\pm ab^2$ und $+ 2a^2b$. Der rechte Ausdruck ist hingegen richtig. 16 quod [...] est: Vgl. N. 581, S. 531.5–12.

Hinc si corpus a majus corpore b , fiet: $\frac{1}{2}$ aequ. + $\frac{1}{2}$ aequ. - .
 minus $-$ $+$

Ergo si corpus majus incurrit in minus semper progreditur post concursum.

minus majus repellitur
aequale aequale quiescit

Hinc si corpus majus incurrit in minus fiet ϵ , seu celeritas incurrentis qua pergit $\frac{+2a^2 - ab - b^2}{2, a^2 + 2ab + b^2} e$, [seu] erit $\frac{a}{a+b} \boxed{2}, e,, - \frac{b}{2, a+b} e$, et celeritas impulsi seu excipientis $\frac{5a^2 + 3ab}{2, a^2 + b^2 + 2ab} e$ seu $\frac{3a}{2, a+b}, + \frac{a}{a+b} \boxed{2} e$ aequ. v , seu $\frac{3ra}{b} + \pi$, est enim r aequ. $\frac{b}{2, a+b} e$, 5
seu $\frac{3p^2}{2b} + \pi$, seu [conatus] pergendi [communis] cum sesquialtera vi percusionis. Quod etiam facile patet ex positis, quia tum dimidiad habet vim percusionis statim receptam, tum alteram dimidiad una cum alia in incurrente destructam.

1-S. 604.8 Am Rand verstreut, wohl Hilfsrechnungen zu Bl. 91 r^o:

	16		17	
	16		17	
	<u>96</u>		<u>119</u>	
15, ~ 15	16			
	<u>256</u>	750	17	578
75		375	<u>289</u>	
15	3			16
<u>225</u>	<u>768</u>	<u>196</u>		<u>3468</u>
<u>225</u>	-18	375	<i>f</i> 1 <u>86</u>	578
	<u>750</u>	289	<u>289</u>	<u>9248</u>
			circiter $1\frac{1}{3}$	

4 seu erg. Hrsg. nach E, S. 127 4 erit $\frac{a}{a+b} [2], e, - \frac{b}{2, a+b} e, \text{erg. } L$ 6 seu | conatum ändert
Hrsg. | pergendi (1) corporis incurrentis (2) | communem ändert *Hrsg.* | (a) triplo (b) cum sesquialtera L
 8-S. 604.1 in (1) excipiente de (2) incurrende destructam. (a) Si vero minus incurrit in majus (b) Ubi
 illud [...] auferatur ϵ L

5 v: In N. 588 wird statt *y* das griechische Ypsilon verwendet.

Ubi illud notandum, si ab v auferatur ϵ fieri $v - \epsilon$ distantiam corporum post concusum $\frac{3a+b}{2, a+b}e$ sive $e + \frac{a-b}{2, a+b}[e]$. Est ergo δ seu distantia corporum major quam e distantia prior.

Quaeramus et quanto sit v major quam $[e]$, seu quaeramus $v - e$, fiet:

5 $\frac{5a^2 + 3ab - 2a^2 - 2b^2 - 4ab}{2, a^2 + b^2 + 2ab} e$ aequ. $\frac{3a^2 - ab - 2b^2}{2, a^2 + b^2 + 2ab} e$, qui est excessus celeritatis excipientis supra celeritatem incursus, nam $3a^2$ semper major quam $ab + 2b^2$, quamdiu a major quam b , ut patet. Eritque tanto major, quanto major est celeritas e , tantoque minor quanto magis corpora accedunt ad [aequalitatem]. [20 r°]

Addantur in unum ae et bv , debet prodire ae , quae est proba calculi:

$$10 \quad \frac{2a^3 - a^2b - ab^2 + 5a^2b + 3ab^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} e, \text{ sive } \frac{2a^2(-ab) \cancel{(-b^2)} + \cancel{(5)} ab + \boxed{3} b^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} ae,$$

$$\text{sive } \frac{2a^2 + 4ab + 2b^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} ae, \text{ sive } ae.$$

Quando incurrens est minus excipiente fiet:

$$v \text{ aequ. } \frac{4a^3 + 3a^2b + ab^2}{2a^2b + 4ab^2 + 2b^3} e \text{ et } \epsilon \text{ aequ. } \frac{+b^2 + ab - 2a^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} e.$$

Multiplicetur v per b , et ϵ per a , et producta addantur fiet:

$$15 \quad \frac{\boxed{4} \cancel{a^3} \cancel{(+3)} a^2b \cancel{(+)} ab^2, \cancel{(+ab^2)} \cancel{(+a^2b)} \cancel{(-2a^3)}}{2a^2 + 4ab + 2b^2} \text{ aequ. } \frac{2a^2 + 4ab + 2b^2}{2a^2 + 4ab + 2b^2} ae \text{ aequ. } ae.$$

$$2f. Am Rand: \delta \text{ aequ. } e + \frac{a-b}{2, a+b}$$

2 e erg. Hrsg. nach E, s. 128

4 v L ändert Hrsg. nach E, S. 128

8f. ad | celeritatem ändert

Hrsg. nach E, S. 128 | (1) Sit e si ad ϵ addatur $e + \frac{a^2 - b^2}{2, a+b} e$, seu $\frac{a-b}{2, a+b} e$ fit v , seu $\frac{2ae + 2be + ae - be}{2, a+b} e$

(2) [20 r°] Addantur in [...] prodire ae L

[Nachträglich hinzugefügt und einzeln umrandet:]

Verum in his errorem esse patet ex reformatione, postquam scilicet deprehendimus aliud esse vim, aliud quantitatem motus.

Adjectae hic Tabulae ex hoc calculo deductae, et experimentis collatae, sed hae nunc aliter calculandae. [59 r^o] 5

[Nachfolgender Text (bis zu S. 614.9) ist eine Vorarbeit zu den tabellarischen Darstellungen auf S. 615f., 618f., 620 und 625. Der in serifenloser Schrift gesetzte Text ist von Schreiberhand:]

Schedae secundo-sextae Tabula (I)
Experimenta percusionis

Januar. 1678

10

Funependula duo in diversa ratione.

Unum motum alterum quiescens.

Pondera erant globi ex ligno duro.

Regulae abstractae[:] $\frac{\epsilon}{e}$ aequ $\pm \frac{b-a}{b}$.

b majus, *a* minus.

15

e celeritas incursum.

ϵ celeritas incurrentis post concursum.

Quando majus est incurrens fit *y* aequ. *e*.

9f. Unter der Überschrift: Experimenta hic proba, sed non adjectae ratiocinationes.

5 calculandae (1) sunt Tabulae 4. (2) . *L* 12f. quiescens. (1) ex quibus duo pendebant (2) . Pondera *L* 13f. duro. (1) Regulae abstractae (*a*) corpus majus incurrens in corpus (*b*) Si minus in majus quiescens (2) Regulae abstractae *L*

4 Tabulae: Die tabellarischen Darstellungen auf S. 618 f. und S. 620 f. 10 Experimenta percusionis: Siehe F. REGNAULD, Brief an B. de Monconys vom 21. Dezember 1655, in: B. DE MONCONYS, *Journal des voyages*, Teil III: „Lettres escrittes à Monsieur de Monconys“ (Lyon 1666, S. 52–55, getrennte Paginierung). 11–13 Funependula [...] duro: Siehe zu den Versuchsbedingungen a.a.O. (S. 52 f.).

	(16) Agens	descendens in	(1) patiens	
velocitates et sub ipsis momenta				
	Descensus	Continuationis	Ascensus	
5	1 16 2 32 3	$\frac{3}{4}$ fere $(\frac{15}{16})$ $1\frac{1}{2}$ plus $(\frac{30}{16})$ $2\frac{1}{2}$ $(\frac{45}{16})$	$1\frac{1}{2}$ $1\frac{1}{2}$ 3 $4\frac{1}{5}$ $4\frac{1}{5}$ (3)	Vis perdita $2\frac{1}{2}$ (2) 5 $3\frac{4}{5}$ (4) 2 $3\frac{4}{5}$
10	48 4 64 5 80 6 96 7 112 8	40 $3\frac{1}{2}$ 56 4 plus 64 5 plus 80 6 plus 96 7 plus $(\frac{90}{16})$ $(\frac{75}{16})$ $(\frac{105}{16})$ $(\frac{120}{16})$	$4\frac{1}{5}$ 6 6 7 plus 7 8 plus 8 10 plus 10 $omissa$ (8)	
15	128	112		

[Auf der rechten Spalte, neben der vorstehenden Tabelle:]

Irregularitas apparet progressus virium perditarum videtur ex eo oriri, quod ubi velocitas continuationis posita est cum voce plus, significatur fuisse continuationem majorem quam ibi ponitur[;]: quando autem excessus fuit minor dimidio, tunc notatus non est. Et 25 tamen ob magnitudinem agentis[,] magni est momenti[:] nam si ponatur fuisse $\frac{1}{4}$, tunc

7f. Auf der rechten Spalte: Nota duplum^[a] praecedentis.

[a] duplum | ubique gestr. | praecedentis L

1 (16) descendens in (1): Vgl. a.a.O. (S. 53). Bei dieser sowie den folgenden tabellarischen Darstellungen sind die jeweiligen Werte der *velocitates* (*descensus*, *continuationis* und *ascensus*) der exzerpierten Vorlage entnommen. Die *momenta*, d.h. die Werte der entsprechenden Bewegungsgrößen, sind hingegen von Leibniz bzw. dem Schreiber hinzugerechnet worden.

vis neglecta erit 4, ac proinde vis perdita revera minor est quam calculus ostendit. Nota[:] cum descensus fuit ex 1 tunc continuationem fuisse fere qualis ponitur, id est paulo minorem: tunc ergo exceptio paulo ante dicta locum non habet[,] imo contra deberet vis perdita augeri. Quaeritur, unde perdita. Puto id fieri a parte ictus quam interiores pilae partes in se recipiunt, item clavus ex quo pendet [pendulum].

5

(1)	descendens in	(16)	
Descensus	Reflexionis	Ascensus	
1	$\frac{1}{2}$ plus $(\frac{15}{16})$	omissa	
2	$\frac{1}{2}$		10
3	1 plus $(\frac{30}{16})$	omissa	
4	$1\frac{1}{2}$	$(\frac{45}{16})$ omissa	
5	$1\frac{1}{2}$		15
6	2	$(\frac{60}{16})$ omissa	
7	$2\frac{1}{2}$	$(\frac{75}{16})$ omissa	
8	3	$(\frac{90}{16})$ omissa	
9	$2\frac{1}{2}$		20
10	4	$(\frac{120}{16})$ 1	
11	4		

[Auf der rechten Spalte, neben der vorstehenden Tabelle.]

Secundum regulas nostras abstractas celeritates continuationis in (16) (1) deberent esse eaedem cum celeritatibus reflexionis in (1) (16). A quo tamen multum absunt.

Item in (16) (1) debet ascensus celeritas aequalis esse celeritati descensus. Sed 25 reperitur major. Semper reperitur.

5 pendulum *gestr. L, erg. Hrsg.* 23 celeritates (1) reflexionis (2) continuationis *L*

6 (1) descendens in (16): Vgl. a.a.O. (S. 53).

	(8) Descensus	descendens in Continuationis	(1) Ascensus
1	$(\frac{7}{8})$	0	$1\frac{1}{2}$ (1)
8		0	$1\frac{1}{2}$
5	2	$(\frac{14}{8})$ $1\frac{1}{2}$ plus	3 plus (2)
	16	12	3
	3	$(\frac{21}{8})$ $2\frac{1}{4}$	5 minus (3)
	24	18	5
10	4	$(\frac{28}{8})$ 3	6 plus (4)
	32	24	6
	5	$(\frac{35}{8})$ 4	7 (5)
	40	32	7
	6	$(\frac{42}{8})$ $4\frac{4}{5}$ plus	8 plus (6)
15	48	$38\frac{2}{5}$	8
	7	$(\frac{49}{8})$ $5\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$ (7)
	56	44	$9\frac{1}{2}$

14 $38\frac{2}{5}$ A ändert Hrsg.

1 (8) descendens in (1): Vgl. a.a.O. (S. 54). Leibniz hat an mehreren Stellen die (der exzerpierten Vorlage getreue) Abschrift des Schreibers durch Streichungen vereinfacht. Die einzelnen Änderungen von Leibniz werden im textkritischen Variantenapparat nicht ausgewiesen. Lediglich der endgültige Text wird wiedergegeben.

[59 v^o]

(1)	descendens in	(8)	
Descensus	Reflexionis	Ascensus	
2	1 plus	0	
2	1		5
3	1 $\frac{1}{2}$		
3	1 $\frac{1}{2}$		
4	2 minus		
4	2		
5	2 plus	[1] min.	10
5	2		
6	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	
6	2 $\frac{1}{2}$	10	
7	3	1 $\frac{1}{3}$	
7	3	10 $\frac{2}{3}$	15
8	3 plus	omissa	
8	3		
10	4	1 $\frac{1}{2}$	
10	4	12	

10 10 A ändert Hrsg.

2 (1) descendens in (8): Vgl. a.a.O. (S. 54). Leibniz hat an mehreren Stellen die (der exzerpierten Vorlage getreue) Abschrift des Schreibers durch Streichungen vereinfacht. Die einzelnen Änderungen von Leibniz werden im textkritischen Variantenapparat nicht ausgewiesen. Lediglich der endgültige Text wird wiedergegeben.

	(4) Descensus	descendens in Continuationis	(1) Ascensus
5	1	0 0	$1\frac{1}{2}$
	4	0 0	$1\frac{1}{2}$
	2	1	$2\frac{3}{5}$
	8	4	$2\frac{3}{5}$
	3	2 minus	4
	12	8	4
10	4	$2\frac{1}{2}$ minus	$5\frac{1}{2}$ plus
	16	10	$5\frac{1}{2}$
	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	6
	18	10	6
	5	3	$6\frac{1}{4}$
	20	12	$6\frac{1}{4}$
15	6	4	$7\frac{3}{4}$
	24	16	$7\frac{3}{4}$
	7	$4\frac{2}{5}$	9
	28	$17\frac{3}{5}$	9
	8	[5]	10]
20	32	[20]	10]
	9	6	omissa
	36	24	

[Auf der linken Spalte, neben der vorstehenden Tabelle:]

$\langle Cu \rangle m$ descensus celeritas est $4\frac{1}{2}$, celeritas ascensus est 6 $\langle e \rangle t$ excessus est $1\frac{1}{2}$.

25 $\langle Cu \rangle m$ celeritas descensus est 5, celeritas ascensus est $6\frac{1}{4}$ et tunc excessus est $1\frac{1}{4}$, minor quam ante[;] in quo puto aliquis error, nam alias semper video crescere excessus.

19 5 1 0 A ändert Hrsg. 20 20 4 0 A ändert Hrsg.

1 (4) descendens in (1): Vgl. a.a.O. (S. 54). Leibniz hat an mehreren Stellen die (der exzepierten Vorlage getreue) Abschrift des Schreibers durch Streichungen vereinfacht. Die einzelnen Änderungen von Leibniz werden im textkritischen Variantenapparat nicht ausgewiesen. Lediglich der endgültige Text wird wiedergegeben.

(1)	descendens in	(4)	
Descensus	Reflexionis	Ascensus	
3	1 minus	1	
3	1	4	
4	1	$1\frac{1}{4}$	5
4	1	5	
6	2	2	
6	2	8	
8	2 plus	$2\frac{1}{3}$	
8	2	$9\frac{1}{3}$	
9	3	3	
9	3	12	

[60 r°]

(2)	descendens in	(1)	
Descensus	Continuationis	Ascensus	
5	2 minus	5 plus	
10	4	5	
6	2 0	6 plus	
12	4	6	
8	$3\frac{1}{4}$	8 0	
16	$6\frac{2}{4}$	8	

(1)	descendens in	(2)	
Descensus	Non fuit obser-	Ascensus	
	vata nec continuatio nec reflexio		
8	0 0	4	
8		8	

22 in ((1) 1 A (2) 2 LiA 26 8 (1) 4 A (2) 8 LiA

1 (1) descendens in (4): Vgl. a.a.O. (S. 54). Leibniz hat an mehreren Stellen die (der exzerpierten Vorlage getreue) Abschrift des Schreibers durch Streichungen vereinfacht. Die einzelnen Änderungen von Leibniz werden im textkritischen Variantenapparat nicht ausgewiesen. Lediglich der endgültige Text wird wiedergegeben. 14 (2) descendens in (1): Vgl. a.a.O. (S. 55). 22 (1) descendens in (2): Vgl. a.a.O. (S. 55). Die exzerpierte Vorlage gibt irrtümlich 1 descendens in 1 an. Daher verbessert Leibniz, wie im textkritischen Variantenapparat ausgewiesen, die (an sich getreue) Abschrift des Schreibers.

[Auf der linken Spalte, neben der vorstehenden Tabelle:]

Hic puto nonnihil erratum in observando[,] cum enim in caeteris casibus omnibus aliquid de vi perdatur. Cur in hoc solo nihil.

	(1) Descensus	descendens in Continuationis	(1) Ascensus
5	2	0 plus	$1\frac{3}{4}$
	2	0	$1\frac{3}{4}$
	4	0 plus	$3\frac{1}{2}$
	4	0	$3\frac{1}{2}$
10	5	0 plus	4
	5	0	4
	8	1 minus	6
	8	1	6

[Auf der linken Spalte, neben der vorstehenden Tabelle:]

15 Miror in casu aequalitatis minorem fieri ascensum decensu. Imo jam video rationem, quia necessario aliquid de vi perditur[;] ideo non potest esse aequalis. Major autem omnino esse non potest, alioqui augeretur tota vis. Accidit quod aliquis semper motus fuit in incurrente superstes, qui haud dubie oritur ex imperfectione Elateris, in quantum scil. duo corpora pro mollibus haberi possunt. [59 r^o]

20 [Auf der rechten Spalte von Bl. 59 r^o:]

Excessus celeritatis ascensus in incursu majoris in minus crescit super eum qui deberet esse[,] seu super decensum majoris[,] cum ipso decensu crescen⟨te⟩, ita ut quanto celeritas est major, tanto aberratio sit major, seu excessus ascensus super decensum. Iisdem positis corporibus.

25 Iisdem manentibus celeritatibus, et corporibus incurrentibus seu majoribus versus aequalitatem decrescentibus, etiam differentia seu excessus ascensum super decensum decrescit. Verbi gratia

3 Cur (1) non (2) in hoc solo nihil. L

4 (1) descendens in (1): Vgl. a.a.O. (S. 55).

descensus 7	corpora (16) (1)	ascensus 10 plus	
	(8)	9 1/2	
	(4)	9	
descensus 5	corpora (16) (1)	ascensus 7 plus	
	(8)	7	5
	(4)	6 1/4	
	(2)	5 plus	
	(1)	4	

ubi tamen puto in ultimo (1), 4 esse difficultatem, nunquam enim alias fit minor quam descensus. Errorem tamen esse dicere non audeo, quia semper ubi incurrit 1 in 1 video 10 ascensum fieri minorem descensu.

Ante omnia necesse est aliquod ex vi perire quia pendulum[,] ne liberum quidem et solum nec impeditum[,] nunquam tam alte ascendit quam descenderat. Deinde ea quae cum globis ligneis eveniunt, quodammodo media esse debent inter ea quae evenirent cum mollibus argillaceis et cum chalybeis durissimis. V.g. cum (8) descendit in (1), continuatio 15 ipsius (8), et ascensus ipsius (1) erit unumquodque $\frac{8}{9}, \frac{16}{9}, \frac{24}{9}$ etc. prout ex 1, 2, 3 etc. descendit, si scl. globi sint argillacei. Si vero sint durissimi erit continuatio $\frac{7}{8}, \frac{14}{8}, \frac{21}{8}$ etc. ascensus vero 1, 2, 3.

Si medii minuitur continuatio augetur ascensus. Quod vi⟨detur⟩ absurdum. Nam differentia continu⟨atio⟩nis ab asce⟨nsu dependit⟩ a quant⟨itate percusionis, qu⟩ae utique 20 in ⟨duris est⟩ major. Hinc ergo colligo[:] si experimenta ista accurata sunt, de quo non dubito (quia consentiunt inter se, et deceptio et virium deperditio hic nil obstat quia minueret potius quam augeret ascensum), falsam esse opinionem quod si majus incurrat in minus ascendens in durissimis aequetur ascensus descensui; sed potius fieri debet major[,] in primis cum experimenta haec ostendant excessum eo majorem fieri 25 quo magis augetur percussio, quod fit, quo major est celeritas. [60 r°]

9 esse (1) errorem, (2) difficultatem, L 10f. video | semper *gestr.* | ascensum L 21 ista (1) vera (2) accurata L 22f. (quia consentiunt [...] augeret ascensum) *erg.* L 25 excessum *erg.* L

19 vi⟨detur⟩: Wort noch vollständig lesbar im S-Film Nr. 116 der GWLB Hannover. 20 asce⟨nsu: Wort noch vollständig lesbar im S-Film Nr. 116 der GWLB Hannover. 21 ⟨duris: Wort nur noch lesbar im S-Film Nr. 116 der GWLB Hannover.

[Auf der linken Spalte am Ende von Bl. 60 r°:]

Examinandum quaenam fiat mutatio, si servatis proportionibus agentis ac patientis corpora augeantur.

Illud adhuc mirum: cum in incursu majoris in minus augeatur ascensus minoris ultra 5 eum qui convenire videbatur[,] videbatur in incursu minoris in majus repulsam [minoris] percussu augeri, quia vis percussionis semper debiliori videtur inferri. Contrarium tamen contingit, nam et hic excipienti tribuitur. Cujus rei ratio esse videtur, quod destructa vis illi potius tribui debet quod pergit, quam quod retroagitur.

Ex his omnibus sequitur vim percussionis majorem esse quam videri poterat. [91 r°]

5 videbatur; (1) contra (2) videbatur in incursu L 5 majoris L ändert Hrsg. 6 augeri
(1) . Sed hoc non fit (2) , quia L 6f. inferri. (1) Sed jam video id non fieri imo contra potius
(2) Contrarium tamen contingit, L 7 excipienti (1) infertur (2) tribuitur. L

[Nachfolgend kleingedruckter Text (bis zu S. 617) ist in L (Bl. 91 r^o) gestrichen; es handelt sich hierbei um erste Fassungen der tabellarischen Darstellungen auf S. 618f. und 620.]

Schedae secundo-sextae Tab. 1

16	8	4	2	1	a
16	8	4	2	1	a
96	64	16	4	1	$\overline{a^2}$
16					
256	64	16	4	1	a^2
2	2	2	2	2	2
512	128	32	8	2	$\overline{2a^2}$
16	8	4	2	1	$+ab$
1	1	1	1	1	$+b^2$
17	9	5	3	2	$\overline{ab+b^2}$
512	128	32	8	2	$+2a^2$
17	9	5	3	2	$-ab-b^2$
495	119	27	5	0	$\overline{+2a^2-ab-b^2}$
16	8	4	2	1	$+a$
1	1	1	1	1	$+b$
17	9	5	3	2	$a+b$
17	9	5	3	2	$a+b$
119	81	25	9	4	$\overline{a^2+b^2+2ab}$
17					
289	81	25	9	4	a^2+b^2+2ab
2	2	2	2	2	2
578	162	50	18	8	$\overline{2a^2+4ab+2b^2}$
{					
495	119	27	5	0	continuations
578	162	50	18	8	$\overline{2a^2-ab-b^2}$
					$\overline{2a^2+4ab+2b^2}$
256	64	16	4	1	$+a^2$
1	1	1	1	1	$-b^2$
255	63	15	3	0	$\overline{a^2-b^2}$
495	119	27	5	0	$\overline{+2a^2-ab-b^2}$
255	63	15	3	0	$-a^2+b^2$
{					$\overline{a^2-ab}$
240	56	12	2	0	ascensus: $1 + \frac{a^2-ab}{2a^2+4ab+2b^2}$
$1 + \frac{240}{578}$	$1 + \frac{56}{162}$	$1 + \frac{12}{50}$	$1 + \frac{2}{18}$	$1 + \frac{0}{8}$	aequ. $3a^2+3ab [+]\ 2b^2$

	16 in 1		8 in 1		4 in 1		2 in 1		1 in 1	
	continuatio	ascensus	continuatio	ascensus	continuatio	ascensus	cont.	asc.	cont.	asc.
celeritas 1	$\frac{5}{6} + \frac{5}{578}$	$1 + \frac{5}{12} - \frac{5}{12,289}$	$\frac{2}{3} + \frac{2}{27}$	$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{81}$	$\frac{1}{2} + \frac{1}{10}$	$1 + \frac{1}{5} + \frac{1}{25}$	$\frac{1}{6} + \frac{1}{9}$	$1 + \frac{1}{9}$	0	1
experiment.	$\frac{3}{4}$ fere	$1 + \frac{1}{2}$		$1 + \frac{1}{2}$		$1 + \frac{1}{2}$				
celeritas 2	$1 + \frac{2}{3} + \frac{5}{289}$	$2 + \frac{5}{6} - \frac{5}{6,289}$	$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27}$	$2 + \frac{2}{3} + \frac{2}{81}$	$1 + \frac{1}{5}$	$2 + \frac{2}{5} + \frac{2}{25}$	$\frac{1}{3} + \frac{2}{9}$	$2 + \frac{2}{9}$	0	2
experiment.	$1\frac{1}{2}$ plus	3	$1 + \frac{1}{2}$ plus NB	3 plus NB	1	$2 + \frac{3}{5}$				
celeritas 3	$2 + \frac{1}{2} + \frac{15}{578}$	$4 + \frac{1}{4} - \frac{5}{4,289}$	$2 + \frac{2}{9}$	4	$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{5}$ seu $2 - \frac{1}{5}$	$3 + \frac{3}{5} + \frac{3}{25}$	$\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$	$3 + \frac{1}{3}$	0	3
experiment.	$2 + \frac{1}{2}$	$4 + \frac{1}{5}$	$2 + \frac{1}{4}$	5 minus	2 minus	4				
celeritas 4	$3 + \frac{1}{3} + \frac{10}{289}$	$5 + \frac{2}{3} - \frac{5}{3,289}$	$2 + \frac{2}{3} + \frac{2}{27}$	$5 + \frac{1}{3} + \frac{1}{27} + \frac{1}{81}$						

[Gestrichene Hilfsrechnungen an den Rändern von Bl. 91 r°, auf die tabellarische Darstellung auf S. 615 bezogen (Leibnizens Rechenfehler sind nicht nachgebessert):]

$$\begin{array}{r}
 \frac{16}{16} \\
 \frac{96}{16} \\
 \frac{256}{2} \\
 \frac{512}{17} \\
 \hline
 495
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \frac{16}{1} \\
 \frac{1}{16} \\
 \frac{1}{1} \\
 \hline
 \frac{1}{17} \\
 \frac{119}{17} \\
 \frac{289}{2} \\
 \hline
 578
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \frac{1}{1} \\
 \frac{1}{17} \\
 \frac{119}{17} \\
 \frac{289}{2} \\
 \hline
 578
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \frac{256}{5} \\
 \hline
 1280
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \frac{56}{162} \Big| \frac{28}{81} \\
 \frac{27}{81} + \frac{1}{81} \\
 \frac{1}{3} + \frac{1}{81}
 \end{array}$$

$$\frac{118}{162} \left| \frac{59}{81} \right| \frac{20}{27} \sqcap \frac{18}{27} \left| \frac{2}{3} + \frac{2}{27} \right.$$

$$\frac{54}{81} \left| \frac{2}{3} + \frac{6}{81} \right| \frac{2}{9}$$

$$\begin{array}{r} 495 \\ 16 \\ \hline 2970 \\ 495 \\ \hline 7920 \\ 1328 \\ \hline 9248 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ 578 \\ 495 \\ \hline 197 \end{array} f 1 \frac{83}{495}$$

$$\begin{array}{r} 578 \\ 289 \\ \hline 298 \end{array} \quad \begin{array}{r} 495 \\ 298 \\ \hline 197 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ \hline 197 \\ 578 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \\ 456 \\ 9248 \\ 5788 \\ \hline 37 \end{array} f 16$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 8 \\ \hline 952 \\ 344 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 578 \\ 333 \\ \hline 192 \end{array} f 192$$

$$\begin{array}{r} 197 \\ 192 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$1298 f$$

$$\text{ergo fiet } \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{5}{578} \text{ seu } \frac{5}{6} + \frac{5}{578}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 1298 \\ 192 \\ \hline 1298 \end{array} f 8$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 289 \\ \hline 120 \\ 288 \end{array} \left| \begin{array}{r} 30 \\ 72 \end{array} \right| \begin{array}{r} 10 \\ 24 \end{array} \left| \begin{array}{r} 5 \\ 12 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ 1298 \\ 162 \\ \hline 1298 \end{array} f 8$$

$$\frac{120}{288} - \frac{120}{289} \text{ aequ. } \frac{120}{288, 289} \sqcap \frac{5}{12, 29}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 162 \\ 33 \\ \hline 162 \end{array} f 5$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ 7 \\ \hline 189 \\ 189 \\ \hline 3 \\ 50 \end{array} f 3 \frac{39}{50}$$

$$\begin{array}{r} 86 \\ 2 \\ \hline 172 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 63 \\ 25 \\ \hline 1 \end{array} f 2$$

$$\begin{array}{r} 495 \\ 2 \\ \hline 990 \\ 578 \\ \hline 412 \end{array}$$

[17 r°]

Schedae secundo-sextae Tabula I

Januar. 1678

Nota[:] Calculus est falsus[,] deductus ex principiis schedae sexto-secundae. [17 v°]

Corpus incurrens ut 16 vel 8 vel 4 vel 2 vel 1.

Corpus excipiens ut 1 quod quiescere intelligitur.

	16	8	4	2	1	a
	16	8	4	2	1	a
	256	64	16	4	1	$\overline{a^2}$
	2	2	2	2	2	$\overline{2a^2}$
	512	128	32	8	2	$\overline{\overline{2a^2}}$
	16	8	4	2	1	a
	1	1	1	1	1	b
	16	8	4	2	1	$+ab$
5	1	1	1	1	1	$+b^2$
	17	9	5	3	2	$\overline{ab + b^2}$
	512	128	32	8	2	$\overline{+2a^2}$
	17	9	5	3	2	$-ab - b^2$
	495	119	27	5	0	$\overline{2a^2 - ab - b^2}$
	17	9	5	3	2	$a + b$
	17	9	5	3	2	$a + b$
	289	81	25	9	4	$a^2 + 2ab + b^2$
	2	2	2	2	2	$\overline{2}$
	578	162	50	18	8	$\overline{2a^2 + 4ab + 2b^2}$
	495	119	27	5	0	$2a^2 - ab - b^2$
	578	162	50	18	8	$2a^2 + 4ab + 2b^2$

Continuatio si descensus ut 1.

Vel ejus duplum, triplum, etc. si descensus 2, 3, etc.

2f. secundae. (1) Corpora incurrentia (2) Corpus incurrens L 4 intelligitur. | Descensus *gestr.* | L

2 deductus [...] sexto-secundae: Die numerischen Werte der *Tabula I* (S. 618f.) sind tatsächlich nach den Gleichungen $\epsilon = \frac{2a^2 - ab - b^2}{2(a + b)} e$ (S. 603.4) und $v = \frac{5a^2 + 3ab}{2(a + b)} e$ (S. 603.5) berechnet.

256	64	16	4	1	a^2
5	5	5	5	5	5
<u>1280</u>	<u>320</u>	<u>80</u>	<u>20</u>	<u>5</u>	<u>$5a^2$</u>
16	8	4	2	1	<u>ab</u>
3	3	3	3	3	3
<u>48</u>	<u>24</u>	<u>12</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>$3ab$</u>
<u>1280</u>	<u>320</u>	<u>80</u>	<u>20</u>	<u>5</u>	<u>$+5a^2$</u>
48	24	12	6	3	<u>$+3ab$</u>
<u>1328</u>	<u>344</u>	<u>92</u>	<u>26</u>	<u>8</u>	<u>$5a^2 + 3ab$</u>
<u><u>172</u></u>	<u><u>20</u></u>	<u><u>4</u></u>	<u><u>8</u></u>		
<u><u>1328</u></u>	<u><u>344</u></u>	<u><u>92</u></u>	<u><u>26</u></u>		
<u><u>578</u></u>	<u><u>162</u></u>	<u><u>50</u></u>	<u><u>18</u></u>	<u><u>8</u></u>	<u><u>$5a^2 + 3ab$</u></u>
<u><u>f_2</u></u>	<u><u>f_2</u></u>	<u><u>f_1</u></u>	<u><u>f_1</u></u>	<u><u>f_1</u></u>	<u><u>$2a^2 + 4ab + 2b^2$</u></u>
$f_2 + \frac{172}{578}$	$\frac{86}{289}$	$f_2 + \frac{10}{81}$	$f_1 + \frac{42}{50}$	$\frac{21}{25}$	$f_1 + \frac{4}{9}$
					f_1

Ascensus si descensus ut 1.

Vel ejus duplum, triplum, etc. si descensus 2, 3 etc.

495	119	27	5	0	$2a^2 - ab - b^2$
16	8	4	2	1	a
<u>7920</u>	<u>952</u>	<u>108</u>	<u>10</u>	<u>0</u>	<u>$2a^3 - a^2b - ab^2$</u>
1328	344	92	26	8	$5a^2b + 3ab^2$
<u>9248</u>	<u>1296</u>	<u>200</u>	<u>36</u>	<u>8</u>	<u>$2a^3 + 4a^2b + 2ab^2$</u>
<u><u>9248</u></u>	<u><u>1296</u></u>	<u><u>200</u></u>	<u><u>36</u></u>	<u><u>8</u></u>	<u><u>$2a^3 + 4a^2b + 2ab^2$</u></u>
<u><u>f_{16}</u></u>	<u><u>f_8</u></u>	<u><u>f_4</u></u>	<u><u>f_2</u></u>	<u><u>f_1</u></u>	<u><u>$2a^2 + 4ab + 2b^2$</u></u>
f_16	f_8	f_4	f_2	f_1	f_a

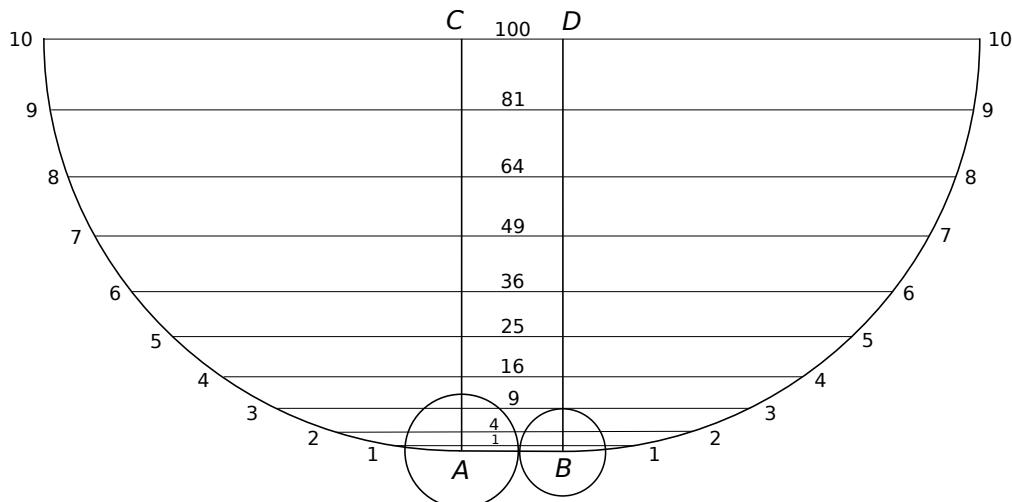
[18 r°] Corpora quibus experimenta sumta sunt, fuere ex ligno duro.

6 Corpora [...] duro: Siehe zu den Versuchsbedingungen REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655 (S. 52 f.). Zur tabellarischen Darstellung auf S. 620: Die zur Reihe 6 descens. und Spalte 8 in 1 gehörige Zelle gab als Wert der *vis perdita* irrtümlich $9\frac{3}{5}$ an. Der richtige Wert $\frac{8}{5}$ lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 608 berechnen. Die zur Reihe 8 desc. und Spalte 16 in 1 gehörige Zelle gab als Wert der *continuatio* irrtümlich $7 + \frac{14}{578}$ an. Der richtige Wert $6 + \frac{492}{578}$ lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 606 berechnen.

	16 in 1	8 in 1	4 in 1	2 in 1	1 in 1
1 descensus Calculus	Continuatio Ascensus $\frac{495}{578}$ $2 + \frac{86}{289}$	Contin. Ascens. $\frac{119}{162}$ $2 + \frac{10}{81}$	Contin. Asc. $\frac{27}{50}$ $1 + \frac{21}{25}$	Contin. Asc. $\frac{5}{18}$ $1 + \frac{4}{9}$	Contin. Asc. $\frac{0}{8}$ 1
Experimenta vis perdita	$\frac{3}{4}$ fere $1 + \frac{1}{2}$ $\boxed{2\frac{1}{2}}$	0 $1 + \frac{1}{2}$ $\boxed{6\frac{1}{2}}$	0 $1 + \frac{1}{2}$ $\boxed{2\frac{1}{2}}$		
2 descens. Calculus	$1 + \frac{412}{578}$ $4 + \frac{172}{289}$	$1 + \frac{76}{162}$ $4 + \frac{20}{81}$	$1 + \frac{4}{50}$ $3 + \frac{17}{25}$	$\frac{10}{18}$ $2 + \frac{8}{9}$	$\frac{0}{8}$ 2
Experimenta	$1 + \frac{1}{2}$ plus $\boxed{5}$	$1 + \frac{1}{2}$ plus $\boxed{1}$	1 $2 + \frac{3}{5}$ $\boxed{1\frac{2}{5}}$		0 plus $1 + \frac{3}{4}$ $\boxed{\frac{1}{4}}$
3 descens. Calculus	$2 + \frac{329}{578}$ $6 + \frac{258}{289}$	$2 + \frac{33}{162}$ $6 + \frac{30}{81}$	$1 + \frac{31}{50}$ $5 + \frac{13}{25}$	$\frac{15}{18}$ $4 + \frac{3}{9}$	$\frac{0}{8}$ 3
Experimenta	$2 + \frac{1}{2}$ $4 + \frac{1}{5}$ $\boxed{3\frac{4}{5}}$	$2 + \frac{1}{4}$ 5 minus $\boxed{1}$	2 minus 4 $\boxed{0}$		
4 descens. Calculus	$3 + \frac{246}{578}$ $9 + \frac{55}{289}$	$2 + \frac{152}{162}$ $8 + \frac{40}{81}$	$2 + \frac{8}{50}$ $7 + \frac{9}{25}$	$1 + \frac{2}{18}$ $5 + \frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$ 4
Experimenta	$3 + \frac{1}{2}$ 6 $\boxed{2}$	3 6 $\boxed{2}$	$2 + \frac{1}{2}$ minus $5 + \frac{1}{2}$ plus $\boxed{\frac{1}{2}}$		0 plus $3 + \frac{1}{2}$ $\boxed{\frac{1}{2}}$
5 descens. Calculus	$4 + \frac{163}{578}$ $11 + \frac{141}{289}$	$3 + \frac{109}{162}$ $10 + \frac{50}{81}$	$2 + \frac{35}{50}$ $9 + \frac{5}{25}$	$1 + \frac{7}{18}$ $7 + \frac{2}{9}$	$\frac{0}{8}$ 5
Experimenta	4 plus 7 plus $\boxed{9}$	4 7 $\boxed{1}$	3 $6 + \frac{1}{4}$ $\boxed{1\frac{3}{4}}$	2 minus 5 plus $\boxed{1}$	0 plus 4 $\boxed{1}$
6 descens. Calculus	$5 + \frac{80}{578}$ $13 + \frac{227}{289}$	$4 + \frac{66}{162}$ $12 + \frac{60}{81}$	$3 + \frac{12}{50}$ $11 + \frac{1}{25}$	$1 + \frac{12}{18}$ $8 + \frac{6}{9}$	$\frac{0}{8}$ 6
Experimenta	5 plus 8 plus $\boxed{8}$	$4 + \frac{4}{5}$ plus 8 plus $\boxed{\frac{8}{5}}$	4 $7 + \frac{3}{4}$ $\boxed{\frac{1}{4}}$	2 6 plus $\boxed{2}$	
7 descens. Calculus	$5 + \frac{575}{578}$ $16 + \frac{24}{289}$	$5 + \frac{23}{162}$ $14 + \frac{70}{81}$	$3 + \frac{39}{50}$ $12 + \frac{22}{25}$	$1 + \frac{17}{18}$ $10 + \frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$ 7
Experimenta	6 plus 10 plus $\boxed{6}$	$5 + \frac{1}{2}$ $9 + \frac{1}{2}$ $\boxed{2\frac{1}{2}}$	$4 + \frac{2}{5}$ NB 9 $\boxed{1\frac{2}{5}}$		
8 descens. Calculus	$[6 + \frac{492}{578}]$ $18 + \frac{110}{289}$	$5 + \frac{142}{162}$ $16 + \frac{80}{81}$	$4 + \frac{16}{50}$ $14 + \frac{18}{25}$	$2 + \frac{4}{18}$ $11 + \frac{5}{9}$	$\frac{0}{8}$ 8
Experimenta	7 plus omissa $\boxed{16}$		5 10 $\boxed{2}$	$3 + \frac{1}{4}$ 8 $\boxed{1\frac{1}{2}}$	1 minus 6 $\boxed{1}$

[Auf Bl. 17 v^o und 18 r^o unter den tabellarischen Darstellungen (S. 618f. und 620), dann fortgesetzt auf Bl. 18 v^o:]

[17 v^o]



[Fig. 1]

Corpora duo A , B , incurrens et excipiens[,] pendula intelliguntur ex iisdem semidiametris CA , CB , ita ut in perpendiculari quiescentia se tangent: et circuli quos vibrando describerent sint in eodem plano, et centra suspensionis CD in eadem horizontali; non minus ac centra gravitatis et magnitudinis corporum A , B . 5

Filum AC vel BD divisum in 100 partes et notatum numeris quadratis 100. 81. 64 etc. usque ad 1 descendendo. Lineae horizonti parallelae per [puncta] divisionis ductae secabunt quadrantes $CA10$, $DB10$ centris C et D descriptos, et punctis sectionis 10 ascribuntur radices numerorum quadratorum, scilicet 10. 9. 8 etc. usque ad 1. Constat

4 A , B , erg. L 5 CA , CB , erg. L 6 CD erg. L 9 lineas L ändert Hrsg. 10 secabunt
(1) circulos in punctis intersection (2) quadrantes $CA10$, [...] D descriptos, L

[Fig. 1]: Das Diagramm stammt von REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655, Fig. 8; Leibniz hat die Punkte A bis D anders bezeichnet. 4-S. 622.8 Corpora [...] designatorum: Siehe zu den hier beschriebenen Versuchsbedingungen: a.a.O. (S. 52f.).

ex traditis Galilaei corporum ex punctis 100. 81. 64 etc. descendantium celeritates esse ut 10. 9. 8 etc. et eandem acquiri celeritatem si ex punctis 10. 9. 8 descendant, ac si ex punctis 100. 81. 64 etc. descenderent. Ergo corpora ex punctis 10. 9. 8. etc. descendantia acquirunt celeritates ut 10. 9. 8 etc. Rursus corpora habentia celeritatem ut 8 ascendunt usque ad 8 5 etc. (abstrahendo ab aeris resistentia). Ergo possumus celeritates in statu perpendiculari quaesitas [18 r^o] ante concursum mensurare descensu: residuas post ictum mensurabimus incurrentis continuatione vel reflexione, communicatas quiescenti mensurabimus ipsius ascensu; ad aliquod punctorum in circulo designatorum.

Quando descensus satis altus seu ictus satis fortis, id est quando descensus ex 3 et 10 ultra 3, tunc semper continuatio experimenti major continuatione calculi, et tanto magis, quando corpora magis accedunt ad aequalitatem [excepto uno casu, 4 in 1 ex 7, ubi error forte in experimento]. Ratio[:] quia quo major ictus, eo magis vires exerit percussio. At lignum non eam omnino percipit ut chalybs, et ita medium tenet inter corpus molle et durum. In molli autem major continuatio, minor ascensus quam in duro, ergo et in 15 his experimentis quae in corporibus nonnihil mollibus facta, major continuatio, minor ascensus quam in calculo secundum dura facto. [18 v^o]

Si continuatio experimenti parum differt a continuatione calculi, ascensus tamen experimenti multum differre debet ab ascensu calculi, et eo magis quo major corporum differentia, quia continuans incurrans majus ponitur excipiente ascidente. Et illius 20 celeritas, continuatio nempe huic minori ademta, multam ei adimit celeritatem.

11f. Am Rand, auf das Satzglied in eckigen Klammern bezogen: NB

1 punctis *erg. L* 7 incurrentis *erg. L* 9–16 Quando descensus [...] satis fortis | id est [...] ultra 3 *erg.* | tunc semper [...] ergo et in (1) hoc experimento quod (2) his experimentis [...] mollibus facta, (a) minor (b) major continuatio, [...] dura facto. *erg. L* 17 parum (1) excedit continuationem (2) differt a continuatione *L* 18–20 multum (1) ab eo (2) differre debet ab ascensu calculi, | et eo [...] corporum differentia, *erg.* | quia (a) vis (b) continuans incurrans [...] ascidente. Et (aa) vis illius exigua (bb) illius celeritas, continuatio nempe; multam ei adimit celeritatem. *L*

1 traditis Galilaei: Siehe G. GALILEI, *Discorsi*, giornata III, theorema II, prop. II (Leiden 1638, S. 171 f.; GO VIII, S. 209 f.). Hierauf verweist auch REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655 (S. 52).
11 [excepto: Eckige Klammer von Leibniz. 12 experimento]: Eckige Klammer von Leibniz.

Aliqua semper vis in experimento perdita reperietur, nunquam certe augebitur quantitas motus. His ergo experimentis systemata Hugenii, Wrenni, Wallisii et Mariotti evertuntur.

[*Nachträglich („post reformationem“) hinzugefügt:*]

Video jam in quo sit hoc loco erratum. Nempe vis in corpore non aestimanda est a celeritate et magnitudine corporis; sed ab altitudine ex qua decidit. Sunt autem altitudes ex quibus corpora deciderunt, ut quadrata quaesitarum celeritatum. Ergo et vires, corporibus positis iisdem. Generaliter autem vires sunt in composita ratione ex simplici corporum et duplicata celeritatum. Hinc duo corpora aequalium sunt virium, non ut vulgo putant, cum celeritates sunt ut corpora reciproce, sed cum quadrata celeritatum sunt ut corpora reciproce. Hinc patet non eandem servari quantitatem motus, sed tantum eandem vim. 5

Porro ipsa quadrata celeritatum vocabimus momenta, ita ut sint momenta ad vim, uti celeritas ad quantitatem motus. In nostro systemate necesse est momenta esse quadrata celeritatum; quia effectus est ascensus ad quem corpus ascendendo pervenire potest; ascensus autem sunt ut quadrata celeritatum. In alio forte systemate Mundi, ubi celeritates aliam habent relationem ad altitudes, etiam alia facienda esset virium aestimatio. 15

Porro ex his sequitur corpora non a se ipsis ferri, impetu concepto, [-] quomodo enim meminisse possunt ex qua altitudine deciderint, aut quomodo intelligere in quo systemate ferantur, [-] sed necesse est vel ea perpetuo ferri a motore generali (quod tamen non satisficit, quia propriam vim etiam corpus haberet, quae cum generali componeretur) 20

10 cum (1) momenta sunt (2) celeritates sunt *L*
14 est (1) celeritates esse (2) momenta esse *L*
Hrsg. | vim corpus haberet, *L*

11 reciproce. (1) Hinc id quod (2) Hinc patet *L*
22 quia (1) fieret (2) propriam | tamen streicht

2 Hugenii: Vgl. C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* 18. März 1669 (Pariser Ausgabe, S. 22–24; *HO* XVI, S. 179–181). 2 Wrenni: Vgl. C. WREN, „Theory concerning the same subject“, *PT* III (1668/1669), S. 867f. 2 Wallisii: Vgl. J. WALLIS, „A summary account [...] of the general laws of motion“, *PT* III (1668/1669), S. 864–866; DERS., *Mechanica*, pars III, cap. 11 u. 13 (Bd. II, London 1671, S. 660–682, 686–707; *WO* I, S. 1002–1015, 1018–1031). 2 Mariotti: Vgl. E. MARIOTTE, *De la percussion*, Paris 1673. 4 „post reformationem“: Siehe zur Textgenese von N. 588 die editorische Vorbemerkung, S. 528.39–529.28. 9f. ut vulgo putant: Siehe etwa WALLIS, *Mechanica*, pars III, cap. 11, prop. 4; cap. 13, prop. 3 (Bd. II, S. 665; 695; *WO* I, S. 1005; 1023); vor allem MARIOTTE, *De la percussion*, partie I, prop. 6, avertissement (S. 40–44, bes. S. 42). Leibniz hatte diese Stellen in Paris exzerpiert: Vgl. *LSB* VIII, 2 N. 8, S. 83.1–2; 89.19–22; N. 50, S. 425.10–12.

vel potius continuo impelli a sapientissima causa, quae omnium meminit fallique non potest, adeoque nihil aliud esse Leges motus quam rationes divinae voluntatis, [quae] effectus causis assimilat, quantum patitur ratio rerum.

Corrigi potest Tabula praecedens, pro descensu 1. 2. 3. 4. 5 etc. scribendo 1. 4. 9.
5 16. 25 etc. adeoque primum calculum continuationis vel ascensus, nempe 16 in 1, 8 in 1, et 4 in 1, et 2 in 1, et 1 in 1, non multiplicando per 2. 3. 4. 5 sed per 4. 9. 16. 25 ad producendos calculos reliquos; denique experimenta ducendo in re ipsa.

Et hoc factum in Tabula sequente.

Tabula III [19 r°]

1 impelli (1) ab intelligen (2) a sapientissima causa, L	2 qui L ändert Hrsg.	3 causis (1) assimilent, (2) assimilat, L
--	------------------------	--

Zur tabellarischen Darstellung auf S. 625: Die zur Reihe 4 *descens.* und Spalte 16 in 1 gehörige Zelle gab irrtümlich den experimentellen Wert 9 plus an. Der richtige Wert 9 lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 620 bestimmen. Die zur Reihe 25 *descens.* und Spalte 16 in 1 gehörige Zelle gab irrtümlich den theoretischen Wert $57 + \frac{27}{289}$ an. Der richtige Wert $57 + \frac{127}{289}$ lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 620 bestimmen. Die zur Reihe 64 *descens.* und Spalte 16 in 1 gehörige Zelle gab irrtümlich den theoretischen Wert $56 + \frac{112}{578}$ an. Der richtige Wert $54 + \frac{468}{578}$ lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 620 bestimmen. Die zur Reihe 64 *descens.* und Spalte 4 in 1 gehörige Zelle gab irrtümlich den theoretischen Wert $34 + \frac{8}{50}$ an. Der richtige Wert $34 + \frac{28}{50}$ lässt sich anhand der tabellarischen Darstellung auf S. 620 bestimmen.

[In der folgenden Tabelle ist der in serifloser Schrift gesetzte Text von Schreiberhand:]

	16 in 1		8 in 1		4 in 1		2 in 1		1 in 1	
	Contin.	Ascensus	Contin.	Ascens.	Contin.	Asc.	Contin.	Asc.	Contin.	Asc.
1 descens. Calculus	$\frac{495}{578}$	$2 + \frac{86}{289}$	$\frac{119}{162}$	$2 + \frac{10}{81}$	$\frac{27}{50}$	$1 + \frac{21}{25}$	$\frac{5}{18}$	$1 + \frac{4}{9}$	$\frac{0}{8}$	1
Experimenta	$\frac{9}{16}$ fere (NB)	$2 + \frac{1}{4}$	0	$2 + \frac{1}{4}$ NB	0	$2 + \frac{1}{4}$ NB				
4 descens. Calculus	$3 + \frac{246}{578}$	$9 + \frac{55}{289}$	$2 + \frac{152}{162}$	$8 + \frac{40}{81}$	$2 + \frac{8}{50}$	$7 + \frac{9}{25}$	$1 + \frac{2}{18}$	$5 + \frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$	4
Experimenta	$2 + \frac{1}{4}$ plus	[9]	$2 + \frac{1}{4}$ plus	9 plus NB	1	$6 + \frac{19}{25}$ NB			0 plus (NB)	$3 + \frac{1}{16}$
9 descens. Calculus	$7 + \frac{409}{578}$	$20 + \frac{196}{289}$	$6 + \frac{99}{162}$	$19 + \frac{9}{81}$	$4 + \frac{43}{50}$	$16 + \frac{14}{25}$	$2 + \frac{9}{18}$	$13 + -$	$\frac{0}{8}$	9
Experimenta	$6 + \frac{1}{4}$	$17 + \frac{16}{25}$	$5 + \frac{1}{16}$	25 minus NB	4 minus	16				
16 descens. Calculus	$13 + \frac{406}{578}$	$36 + \frac{220}{289}$	$11 + \frac{122}{162}$	$33 + \frac{79}{81}$	$8 + \frac{32}{50}$	$29 + \frac{11}{25}$	$4 + \frac{8}{18}$	$23 + \frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$	16
Experimenta	$12 + \frac{1}{4}$	36	9		$6 + \frac{1}{4}$ minus NB	$30 + \frac{1}{4}$ plus NB			0 plus (NB)	$12 + \frac{1}{4}$
25 descens. Calculus	$21 + \frac{237}{578}$	$57 + [\frac{127}{289}]$	$18 + \frac{59}{162}$	$53 + \frac{7}{81}$	$13 + \frac{25}{50}$	46 + -	$6 + \frac{17}{18}$	$36 + \frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$	25
Experimenta	16 plus	49 plus	16	49	9	$38 + \frac{17}{16}$	4 minus	25 plus	0 plus (NB)	16
36 descens. Calculus	$30 + \frac{480}{578}$	$82 + \frac{206}{289}$	$26 + \frac{72}{162}$	$76 + \frac{36}{81}$	$19 + \frac{22}{50}$	$66 + \frac{6}{25}$	$10 + -$	$52 + -$	$\frac{0}{8}$	36
Experimenta	25 plus	64 plus	$23 + \frac{1}{25}$	64 plus	16	$60 + \frac{1}{16}$	4	36 plus		
49 descens. Calculus	$41 + \frac{557}{578}$	$112 + \frac{168}{289}$	$36 + -$	$104 + \frac{4}{81}$	$26 + \frac{23}{50}$	$90 + \frac{4}{25}$	$13 + \frac{11}{18}$	$70 + \frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$	49
Experimenta	36 plus	100 plus	$30 + \frac{1}{4}$	$90 + \frac{1}{4}$	$19 + \frac{9}{25}$	81				
64 descens. Calculus	$[54 + \frac{468}{578}]$	$147 + \frac{13}{289}$	$47 + \frac{2}{162}$	$135 + \frac{73}{81}$	$34 + [\frac{28}{50}]$	$117 + \frac{19}{25}$	$17 + \frac{14}{18}$	$92 + \frac{4}{9}$	$\frac{0}{8}$	64
Experimenta	49 plus	omissa			25		100	$10 + \frac{9}{16}$	64	1 minus (NB)

[16 v°]

Experimenta haec facta sunt duobus pendulis globis ex ligno duro, quorum minor quievit, major autem ex altitudine perpendiculari 1 vel 4 vel 9 vel 16 vel 25 vel 36 vel 49 vel 64 in eum descendit. Post ictum major seu incurrens continuavit iter aut quievit, nunquam reflexus est; minor vero ascensit.

- 5 Calculus autem a me initus est secundum regulas percussionum. Pono vim quam transferret corpus majus in minus si ipsum secum abriperet, id est si ambo mollia essent, transferri in Elastrum. Ipsa vero corpora reliqua vi pergere simul conari. Porro Elastrum se restituens corpora dispellere, id est propellere conari excipiens, repellere conari incurrens. Sed quia incurrens, quippe fortiorum habens progrediendi vim, repelli non potest, 10 hinc vis repulsae et progressus conflictu destructa, tota, ne pereat, in excipiens transferatur. Hinc excipiens vim percussionis sesquialteram accipit, et praeterea conatum quo duo corpora pergere simul post percussionis vim in Elastrum translatam conabantur. Reliqua autem vis omnis incurrenti relinquitur.

[Nachträglich („post reformationem“) hinzugefügt:]

- 15 Et caetera hinc ducta, quae ex ratiociniis Schedae secundo-sextae pendent. Quomodo autem haec tabula 3 a tabula 2^{da} ejusdem schedae secundo-sextae differat, sub finem tabulae 2^{da} monitum est. Verum ista omnia nunc sunt reformata, postquam scheda octava, nona, decima apparuit distantiae et directionis conservationem cum conservatione virium conciliari posse.

4f. ascensit. (1) Saepe ascensus major continuatione tamen habita qu (2) Calculus autem [...] regulas percussionum. L 7 simul erg. L 11 excipiens (1) (nascitur) (2) vim L 13–15 relinquitur. (1) Hinc posito (2) Et caetera hinc ducta, L 18 apparuit (1) directionis (2) distantiae et directionis L 18f. cum (1) directione virium conservari posse. (2) conservatione virium conciliari posse. L

1–4 Experimenta [...] ascensit: Siehe zu den beschriebenen Versuchsbedingungen REGNAULD, Brief an Monconys vom 21. Dezember 1655 (S. 52 f.). 5 Calculus [...] percussionum: Die Ergebnisse des *calculus*, mit denen Leibniz in N. 588 die Werte aus Regnaulds Versuchen vergleicht, sind die Gleichungen $\epsilon = \frac{2a^2 - ab - b^2}{2(a + b)^2} e$ und $v = \frac{5a^2 + 3ab}{2(a + b)^2} e$. Siehe S. 603.4–5. 16 haec tabula 3: Gemeint ist die auf der gegenüberliegenden Seite desselben Bogens (Bl. 19 r°) überlieferte Tabelle (S. 625), die Leibniz zufolge nach Abfassung der letzten drei *schedae* (N. 58₁₀ bis N. 58₁₂) und somit *post reformationem* hinzugefügt wurde. Siehe zur Textgenese von N. 58₈ die editorische Vorbemerkung, S. 528.39–529.28. 16 tabula 2^{da}: Die tabellarische Darstellung auf S. 620. 17 monitum est: Vgl. S. 624.4–8. 18 octava: N. 58₁₀. 18 nona: N. 58₁₁. 18 decima: N. 58₁₂.

58₉. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA SEPTIMA

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 23 Bl. 21–22. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 22. Vier vollbeschriebene Seiten. Randbemerkungen zum Teil *post reformationem* verfasst (siehe die editorische Vorhemarkung, S. 528, 4–16).

^E FICHANT 1994, S. 145–151 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 278–302). 5 die ediktische Verschärfung, S. 328 f. 19).

[21 r^o]

Scheda settima

Januar. 1678

de concursu corporum

Quamquam superiora certis positionibus factis, ut si corpora dura et homogenea et percussionis capacia intelligantur, satis recte procedere arbitrer; juvat tamen rem omnem nova velut luce affulgente de integro ordiri:

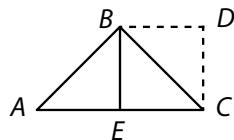
10

Effectus integer assimilatur causae plenae quoad ejus fieri potest. Nam effectus integer tantum causae plenae mutatio est quaedam, et quidem quam minima fieri potest. Ex. gr. status Mundi praesens quam minime differet a sua causa integra, scil. statu praecedenti. Nimirum Effectus et causa tantum formalis quodam peculiari differunt, in summa convenienti. Quemadmodum si ex triangulo *ABC* fiat quadratum *BDCE*, non 15 differunt magnitudine. Machinae alicujus status [praesens] differt a praecedente[,] situ

8–10 Am Rand: Imo in illis error etiam ex hypothesi homogeneitatis[:] nam servanda summa possibilis^[a] similitudo effectus cum causa[,] et quidem ex capitibus diversis[,] calculum mutat, ut^[b] et ostendimus tam ex percussione sub^[c] finem schedae quintae[,] quam etiam alias^[d] ex conservatione virium quae non ex celeritatibus sed celeritatum quadratis fiunt, non posse priores ratiocinationes schedae 1, 2 etc. stare quoad lineas rectas ibi^[e] assignatas.

^[a] possibilis *erg.* *L* ^[b] ut (1) supra (2) et ostendimus tam ex percussione (a) quam ex (b) sub finem [...] quam etiam | alias *erg.* | ex conservatione virium *L* ^[c] sub [...] quintae: N. 586, S. 586.7–10. ^[d] alias: N. 58₁₀, S. 639 ff. ^[e] ibi: N. 58₁, S. 535.7–536.6; N. 58₂, S. 545.12–14; vgl. auch N. 584, S. 561.4–7.

8f. si (1) corpus aliquod (2) corpora dura et homogenea et (a) nihil (b) percussioneis capacia intelligantur, L 10f. ordiri: (1) Caus (2) Effectus L 12f. minima | quam streicht Hrsg. | fieri L
 15 si (1) corpus aliquod (2) ex triangulo [...] quadratum BDCE, L 16 magnitudine (1), si con (2). Machinae L 16 praecedens L ändert Hrsg. nach E, S. 145



[Fig. 1]

quidem potentiarum, sed non earum summa. Effectus integer oritur ex causa integra; et conceptus effectus oritur ex conceptu causae, quatenus simul necessitatem mutationis involvit. Mutatio autem semper quam minima intelligitur.

Hinc Effectus integer aequipollet causae plenae, seu eandem habet potentiam. Est corollarium praecedentis, quia nulla potest esse necessitas mutandi potentiam, 5 etsi sit necessitas mutandi situm. Nota[:] in rigore metaphysico Mundi vel alterius Machinae status praecedens non est causa sequentis, sed DEus, quanquam status praecedens sequentis [et] secuturi certum indicium. Sed nos hic [physice] loquimur, neque inde error oriri potest, eo ipso quia indicium certum est.

10 Eadem semper manet quantitas virium in eadem Machina seu corporum quotunque in actione aut passione constitutorum aggregato. Excluditur autem corpus externum vel certe non consideratur.

Eadem est semper quantitas virium in mundo, quia totus Mundus est una Machina.

Hinc eadem semper est in Mundo quantitas Motus.

15 Corpus aliquod semel quiescens aut in aliquam tendens plagam[,] semper quiescit aut in eam plagam eadem celeritate tendet; patet quia sequens status est effectus praecedentis et nihil impedit unum alteri assimilari. Si corpus incurrat in aliud aequale quiescens durum vel satis Elasticum, ipsum in ejus loco quiescet, corpus autem excipiens eadem qua incurrens venerat celeritate, in eandem plagam progredietur. Sequitur manifeste ex praecedenti. Ita enim maxime effectus causae, vel status sequens praecedenti assimilatur. 20 Nam perinde quasi nihil occurisset, evenit[:] nam etsi corpus incurrens quieverit, tamen

14 Am Ende des Absatzes: Dubium de quantitate motus, verum de quantitate virium.

1 quidem (1) non vero (2) potentiarum, sed non *L* 2 conceptus (1) causae integrae (2) effectus *L*
 4 Hinc (1) vis (2) Effectus *L* 8 et erg. *Hrsg.* 8 hic (1) pr (2) in causae (3) | physicae ändert
Hrsg. | *L* 11 externum (1) in quale null (2) vel *L* 16 patet (1) ex (2) quia *L* 16 est
 (1) causa (2) effectus *L* 17 nihil (1) refert (2) impedit *L* 18 durum vel satis Elasticum
erg. *L* 20 praecedenti. (1) Neque enim (2) Ita enim *L* 21 nam (1) loco quiescenti (2) etsi
 corpus incurrens quieverit, *L*

excipiens vicarium aequale ipsi successit, ita ergo in eadem [plagam] eadem quantitas motus, id est vis pariter et directio manet. Usque adeo, ut si corpora duo essent similia, ne discerni quidem omnino posset status praecedens a sequenti. Quod si dissimilia sint discerni poterit effectus a causa, sed non ratione virium earumque directionis; et vero mutatio figurae ex hoc quidem capite sequi non potest cum corpus durum vel se 5 restituens supponatur. Universaliter si duo corpora aequalia in eadem recta concurrent, sive sibi occurrant, sive assequantur, sive excipient, semper fiet permutatio celeritatum et directionum. Ita enim quam maxime effectus assimilabitur causae.

Idem etiam ex hoc solo quod corpus aequale incurrens in aequale quiescens ipsum abripit, demonstrari potest. Nam si incurrat in aequale antecedens, tunc incurret ut in 10 quiescens differentia celeritatum, et ambo simul ferentur celeritate communi seu minoris. Ergo dabit minori differentiam celeritatum; ipsumque minus praeterea et sua, id est communis feretur, communis autem cum differentia facit majorem; incurrens vero retinet sibi communem tantum seu minorem. Ergo si corpora aequalia se assequantur, permutantur celeritates et directiones, id est directiones manent quia eadem. Denique si duo corpora 15 aequalia sibi occurrant, tunc[.] si aequali celeritate[.] necessario ambo redibunt qua venere via, [21 v°] nempe permutabuntur celeritates et directiones, id est manebunt celeritates (quippe eadem), permutabuntur directiones. Si vero corpora aequalia occurrant sibi inaequali celeritate, tunc corpus velocius intelligatur ferri dupli celeritate, nempe celeritate minoris et differentia celeritatum seu excessu[:] quatenus fertur communi cum 20 minore, eatenus concurrentia duo corpora conabuntur regredi ea qua venerunt via, per priora, id est minus celeritate sua, et majus celeritate ejusdem. Verum cum majus adhuc habeat celeritatem excessus, jam quaestio est an in majore configere inter se ac a se invicem destrui, id est in quantum destruuntur in contrarium transferri debeant hi

1 plagam *erg. Hrsg. nach E, S. 146* 3 sequenti. (1) Nam (2) Quod *L* 4 discerni (1) poterunt (2) poterit *L* 10 ut *erg. L* 14 aequalia *erg. L* 14f. assequantur, (1) permutatur (2) permutantur celeritates (a) manent (b) et directiones, (aa) vel q (bb) id est directiones manent *L* 16 tunc (1) quatenus (2) | cum streicht *Hrsg.* | (3) (unam) (4) si *L* 17 nempe (1) permutantur (2) permutabuntur *L* 18f. vero (1) inaequalia sint (2) corpora aequalia [...] inaequali celeritate, *L* 19 tunc (1) corpus minus et majus quatenus (2) corpus velocius *L* 20 et (1) celeritate (2) differentia celeritatum *L*

11 minoris: Hier und im Folgenden (bis S. 630.3) sind *minus* und *majus* (*corpus*) wohl hinsichtlich der Bewegungsgröße zu verstehen, denn hinsichtlich der Masse sind die zwei Körper als gleich gesetzt worden. Siehe hierzu FICHANT 1994, S. 147. 21f. per priora: Vgl. S. 629.15–18.

duo conatus, sed hoc [positum] contra ratiocinationem nostram eveniret; nimirum posito excessum esse ipsa minori majorem, tunc minus dupla celeritate et recurreret, et majus retineret excessum excessus supra minorem. Itaque hoc modo labefactantur etiam quae-dam meae superiores ratiocinationes, [quas] vel ideo subsistere posse dubitabam, quod in illis sequi videtur mutatio per saltum. Res accurate consideranda[,] est enim maximi momenti[:]

a b corpora aequalia, *e i* celeritates, differentia earum *d*, erit *e □ d + i*. Jam si corpora concurrent, erit ipsius *a* et ipsius *b* redeundi conatus *i*. Et praeterea corporis *a* progrediendi conatus *d*. Hunc dabit corpori *b* quasi quiescenti et eatenus quiescat, ergo in 10 corpore *b* erit progrediendi conatus *d+i*, et in corpore *a* erit redeundi conatus *i*, habemus ergo permutationem celeritatum et directionum. Hoc scilicet modo ratiocinandum est, ut salva procedat compositio, et evitetur virium destructio recteque explicetur doctrina de conatum conflictu. Applicanda haec ad ea quae supra diximus de corporum incursu cum corpus incurrit in aliud quiescens se majus (scheda quarta). Sed de his suo loco, 15 nunc quod nunc instat agamus.

Conclusimus quod duobus corporibus aequalibus concurrentibus fiat permutatio celeritatum et directionum. Eodem modo concludo:

Si plura sint corpora in eadem recta, ut 1, 2, 3, 4 etc. aequalia inter se, et alteri 20 cuidam corpori *A* in eadem recta directe incurrenti in (*A*), tunc ipsum quidem incurrens quiescat in (*A*), ultimum autem excipientium *B* solum movebitur eadem qua *A* celeritate et directione, scilicet ex *B* in (*B*). Ita enim perinde erit ac si 1, 2, 3 fuissent intacta, seu plane abfuissent una cum hoc spatio, et effectus apparebit idem qui ante, seu similis

1 *Am Rand:* Imo nulla hic absurditas, ut statim patebit.^[a]

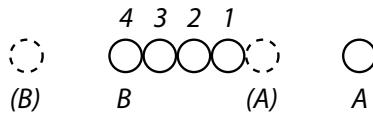
[a] statim patebit: Vgl. S. 630.7–13.

1 posito *L ändert Hrsg.* 2 tunc (1) fere (2) minus *L* 3 minorem. (1) Sed (2) Itaque *L*
4 quae *L ändert Hrsg.* 4 subsistere (1) non poterant (2) posse dubitabam, *L* 5 illis (1) se-
quitur (2) sequi videtur *L* 5 saltum (1), nimirum si majus est (a) fortius (b) fortior est excessus
(2). Res accurate consideranda *L* 8 corpora (1) incurrent, (2) concurrent, *L* 8 erit (1) co-
natus (2) ipsius *a* [...] conatus *i*. *L* 9 et eatenus quiescat *erg. L* 13 conflictu. (1) Applicemus
(2) Applicanda *L* 14 (scheda (1) secunda) (2) quarta). (a) Nimirum (b) Sed (aa) hoc (bb) de his *L*
19f. quidem (1) quiescat (2) incurrens quiescat *L*

3f. quaedam [...] ratiocinationes: Wohl N. 585, S. 569.16–570.19.

13 supra: N. 585, S. 569.16–

570.19. 14 suo loco: Nicht ermittelt.



[Fig. 2]

causae. Nec refert quod videntur corpora 1, 2, 3 aliquam sentire debere mutationem, nam sensere utique saltem conatu, nam eo ipso dum egere passa sunt.

Si iisdem positis corpus *A* esset majus ipso *B* seu 4, aequale vero ipsis 4.3, ea duo simul propellerentur et tantum 1, 2 manerent intacta.

Si corpus *A* esset majus quam 4, minus vero quam 4.3, nihilominus 4.3 moverentur, ipsum vero *A* repelleretur seu eae orientur leges quae essent si corpus *A* impingeret in [majus] 4+3. 5

Si corpus *A* esset minus quam *B*, nihilominus solum *B* impelleretur intermediis intactis.

Idem est si 1, 2 non essent globi similes, sed alia corpora quaecunque figurae 10 cujuscunque.

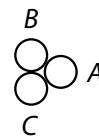
Eaedem conclusiones aliter probari possunt per regulas virtutis Elasticae et flexus corporum distincte explicatos. Sed tamen et hoc modo [compendiose] demonstrantur; ut enim de jactibus aquae[:] quod aqua aequa alte exiliat quam est altitudo columnae[,] compendiose ex solo virium servatarum principio demonstrari potest, quod tamen et 15 distincte per pressionum gradus propagatos efficere licet; ita et hoc loco contingit, ut quae alia via distinctius quidem sed prolixe, hoc loco breviter et paucis explicari possint. [22 r°]

Ex his intelligi potest, quod natura similitudinem in omnibus servet, quando potest; quando vero eam servare non potest tunc contingit aequipollens. Ut [si] ponamus corpus *A* 20 eodem modo incurrere duobus *B*, *C*, ipsi *A* et inter se aequalibus, tunc patet[:] cum nulla sit ratio cur ipsum *B* ipsi *C* praeferatur vel contra, necessario utrumque percipere ictum, etiamsi inter se connexa non sint, adeoque quia nulla est ratio separationis, eodem modo moveri post ictum, ac si fuisset corpus solidum *B* + *C*. Quod etiam memorabile est.

25

5f. moverentur, (1) ipsam (2) ipsum *L* 6 orientur (1) leges, quae minim (2) leges quae essent *L*
7 minus *L* ändert Hrsg. nach E, S. 148 13 compendio *L* ändert Hrsg. 15f. tamen (1) di-
stincte (2) et distincte *L* 20 si erg. Hrsg. 21 duobus (1) aequalibus *B*, *C*, tunc (2) *B*, *C*, [...] aequalibus, tunc *L*

3 aequale [...] 4.3: Die Körper 4 und 3 werden hierbei als eine Einheit betrachtet.



[Fig. 3]

Videamus ergo, cum natura rationem vel facultatem (id est voluntatem vel facultatem) separandi non habet, quomodo hanc necessariam dissimilitudinem inter causam et effectum aequipollentia quadam compenset.

Ante omnia patet[:] cum corpus majus incurrit in minus quiescens, tunc non posse obtineri similitudinem majori [quiescenti], utique enim tunc nimium quiesceret; multo minus poterit obtineri ipso repulso, ut vel hinc pateat ipsum debere progredi. Nam si quiescat[,] nimis. Ergo concludo: si corpus majus incurrit in minus quiescens progreditur, id enim similius statui priori, quam si quiesceret vel repelleretur.

Contra: Si corpus minus incurrit in majus quiescens[,] repelletur, neque enim progreditur, ita enim nimium motus erit in alteram partem; [neque] quiescat, ita enim plus quiescat quam ante quieverat. Communicabit motum suum majori, sed quia ita necesse erit nimium moveri in eam qua iverat plagam, plus scilicet quam ante, necesse est compensari hanc ut ita loquar injustitiam ipso repulso; id est in quantum quantitas motus in plagam incursus excedit quantitatem ipsius incursus, in tantum incurrens repelletur, ut scilicet in quantum similitudo servari non potest, saltem utriusque[,] plagae et corporis[,] par ratio habeatur. Eodem modo quando majus incurrit in minus, tunc in quantum majus excedit minus, non fieret compensatio. Nimirum natura tendit efficere, ut tantum quiescat quantum ante quievit, et tantum moveatur in eandem plagam quantum ante motum est; sed quia id efficere non potest sine penetratione dimensionum aut divulsione corporum, [quarum neutra] hic fieri posse supponitur, ideo quam proxime licet id assequi conabitur. Primum ergo, in quantum corpus majus incurrens in minus partem habet mi-

1 ergo, (1) qui (2) cum *L* 1f. rationem (1) non habet (2) vel facultatem [...] non habet, *L*
 3 effectum (1) compenset. (2) aequipollentia quadam compenset. *L* 5 quiescente *L ändert Hrsg.*
 9 quiescens (1) non quies (2) repelletur *L* 10 non *L ändert Hrsg.* 12 in (1) ejus
 (2) eam *L* 12f. est (1) id (2) compensari *L* 13f. est (1) quanta est (2) vis (3) in quantum (a) vis
 in (b) quantitas motus in (aa) partem in quam tendit (bb) plagam incursus *L* 15f. et corporis *erg. L*
 16 habeatur. | Quod calculum | hunc *erg.* | ita dabit. *gestr.* | Eodem *L* 16 quando (1) minus
 incurrit (2) majus incurrit in minus, *L* 17 ut (1) corpus in (2) tantum *L* 20 quorum neutrum
L ändert Hrsg.

nori aequalem, in tantum minori dabit suam celeritatem, et pars illa quiescere deberet, pars autem majoris residua deberet procedere cum corpore excipiente minore, retenta celeritate. Atque ita haberetur perfecta similitudo status provenientis et prioris. Et cum natura conetur ad perfectam hanc similitudinem, hinc erit in minori seu excipiente conatus progrediendi celeritate majoris incidentis. In parte majoris quae minori aequalis est erit quies, in reliqua parte erit conatus se ab hac separandi seu ultra progrediendi priori celeritate, id est excessus conabitur abire cum minori; quod cum ob cohaesionem corporum fieri nequeat, necesse erit ut pars illa quae pergere conatur, secum abripiat quiescentem, sed tanto tardius, in ea scilicet ratione quae est excessus ad corpus totum, et ita prodit plane nostrum theorema superius. Sed videndum est tamen paulo distinc- 10 tius, an hoc modo obtineatur maxima similitudo possibilis. Inquirendum est autem tum in quo consistat hoc loco similitudo seu ad eam appropinquatio; tum [an] sic obtineatur maxima similitudo possibilis.

Circa similitudinem statuum sequentia notanda, status quietis similius est regressui vel progressui, quam regressus vel progressus sibi invicem. Quies similius est[,] seu natura 15 propior, minori progressui vel minori regressui; quam [majori]. Item progressus vicinior minori regressui quam majori, et contra. [22 v°] Item quies similius est minori progressui, quam majori regressui et contra minori regressui quam majori progressui.

Aliqua Repulsa corporis minoris in motu existentis vicinior est quieti majoris in eodem motu existentis, quam quies ejusdem minoris. Nam in quiete minoris, exprimitur 20 quies partis majoris minori aequalis. Sed quies excessus nullo modo exprimitur vel com-

1 dabit *erg. L* 1f. quiescere (1) debet (2) deberet (a). Sed (b), pars *L* 2 autem (1) residua (2) majoris residua *L* 2 corpore excipiente *erg. L* 3 celeritate |, sed quia ea non potest procedere quin secum abripiat eam quae quiescere deberet minori aequalem, ideo eam quidem secum abripiat, sed tanto tardius *gestr. |*. Atque *L* 3 similitudo | esse *gestr. |* status *L* 3f. prioris. (1) Verum quia pars (2) Et cum natura *L* 4 similitudinem, (1) utique (2) hinc *L* 4f. in (1) minori con (2) minori seu excipiente conatus *L* 6–8 progrediendi, (1) quod cum fieri nequeat, (2) priori celeritate, [...] ob cohaesionem (a) corporis (b) corporum fieri nequeat, *L* 10 Sed (1) ostendendum (2) videndum *L* 12 quod *L ändert Hrsg.* 15–17 seu (1) vi (2) natura propior, (a) major (b) minori progressui vel (aa) regressui quam (bb) majori (cc) minori regressui; quam | minori *ändert Hrsg. nach E, S. 150 |*. Item (aaa) vic (bbb) progressus vicinior (aaaa) majori (bbbb) minori regressui [...] et contra. *L* 18–20 progressui (1) Repulsa (2) Repelli corpus (3) | Aliqua *erg. |* Repulsa corporis (a) majoris (b) minoris (c) minoris in [...] est quieti (aa) minoris (bb) majoris | (1) ejusdem in motu (2) in eodem motu existentis *erg. |*, quam quies (aaa) majoris (bbb) minoris (ccc) ejusdem minoris. *L* 20 quiete (1) majoris (2) minoris *L* 21 majoris (1), sed pars (2) minori aequalis. Sed quies *L*

10 theorema superius: N. 581, S. 537.1–3, 539.5–7; N. 582, S. 546.5–7.

pensatur. Itaque ubi corpus aliquod majus sisteretur, ibi corpus minus debet plus quam sisti, id est repelli. Est enim repulsa plus quam quies seu repelli plus quam sisti. Ergo ubi corpus majus quiesceret, ibi debet minus plus quam quiescere, compensationis causa, id est repelli.

- 5 Potest tamen ea repulsa esse nimia, id est potest esse talis, ut minor aliqua sit vicinior, quaeritur ergo minima apta, seu vicinissima.

Aliqua Progressio majoris in motu existentis vicinior est quieti minoris in eodem motu existentis, quam quies majoris. Nam si minus in motu existens debet quiescere, debet majus in motu existens minus quam quiescere, id est magis a quiete recedere sive 10 progreedi. Quia scilicet natura corpori accommodat celeritatem; sive si natura parvitatem corporis quod quiescere debet assequi non potest, seu si id quod quiescere deberet esset nimis magnum, tunc aliquid motus ei adjicit. Quaerenda paulo aptior enuntiatio: Si majus justo quiesceret, tunc nimium quiesceret, ergo corpus minus sisti, majus progreedi compensationem habent.

15 Quando corpus *A* majus incurrit in corpus *B* minus, tunc, si excessus est infinite parvus, progredietur corpus *A* celeritate etiam infinite parva; si vero major, etiam majore aliqua celeritate progredietur. Quaeritur autem an ea sic (ut paulo ante dixi) determinanda sit, ut corpus quidem excipiens primum a parte majoris incurrentis sibi aequali accipiat celeritatem ejus (id est celeritatem incursum) parte illa majoris vicissim 20 quiescente; altera vero pars majoris seu excessus cum excipiente etiam celeritate incursum procedere conetur, sed cum id nisi quiescente simul abrepto nequeat, eo ipso gravabitur seu eatenus tardius procedet. Quaeritur inquam an ad quae situm effectum nulla ratione accedi possit proprius. Quae situm effectus erat ut solum excipiens aut ipsi aequale quiesceret, majus aut ipsi aequipollens progrederetur. Patet ante omnia non posse excipiens

1 Itaque (1) non sisti tan (2) cum corpus aliquod (3) ubi corpus aliquod majus sisteretur, *L* 2f. Ergo (1) quies (2) ubi corpus majus quiesceret, *L* 4f. repelli. (1) Tamen alia repulsa (2) Est (3) Potest tamen ea repulsa esse *L* 7 Aliqua *erg.* *L* 7 majoris (1) est (2) | in motu existentis *erg.* | vicinior est *L* 7f. in eodem motu existentis *erg.* *L* 8 minus (1) debet quies (2) in motu existens debet quiescere, *L* 10f. scilicet natura (1) defectum (2) excess (3) corpori (a) magnitudinem (b) accommodat celeritatem; sive (aa) si (aaa) magnitudine corporis quietem assequi (bbb) quietis (bb) | si natura *erg.* | parvitatem corporis quod quiescere debet | si natura *erg. u. gestr.* | assequi non potest, *L* 11f. esset (1) minus (2) nimis magnum, *L* 12 tunc (1) quod (2) aliquid *L* 15 majus *erg.* *L* 16 parvus, (1) quies (2) progredietur *L* 20f. majoris (1) procedat (2) seu excessus [...] procedere conetur, *L* 23f. excipiens (1) quiesceret (2) aut ipsi aequale quiesceret, *L* 24-S. 635.1 progrederetur. (1) Hoc loco excipiens pro (2) Patet ante [...] tardius quam (a) ratione (b) celeritate *L*

17 paulo ante: S. 632.21–633.10.

progredi tardius quam celeritate quam assignavi, ergo si mutatione aliqua facta propius accedendum esset ad effectum desideratum, deberet fingi corpus excipiens moveri celerius, quoniam enim id quod moveri debet, debet esse aequale impingenti majori, et quod quiescere excipienti minori, 5 ideo possemus excipiens[,] licet minus[,] movere tanto majori celeritate ad compensandum, et ita incurrens quiesceret. Sed hoc quidem parum consentaneum rationi. Vel denique quaerendum erit medium ut accessio seu assimilatio tam quaeratur in excipiente quam in incurrente. Si quaeratur in excipiente solo, tota ut dixi virtus ei tribuetur, seu omnino auferetur ab incurrente; si quaeratur remedium in incurrente solo, habebitur impossibile, id est penetratio dimensionum; via ergo a nobis electa quaeretur in utroque. Illud vero observatur, quod rationi consentaneum est, ut corpori 10 incurrenti quam minimum auferatur sua vis, nec in quantum necesse est, nec tamen in totum relinquatur, quia si minus esset paulo[,] plane quiesceret, *(nunc)* ergo progredietur equidem eo quo explicui modo, sed tardius tamen quam si nihil occurrisset.

Quando corpus *A* incurrit in corpus *B* majus, tunc primum in quantum majus partem habet minori aequalem, in tantum motum recipit, et minus incurrens quiescit. 15 Sed quia majus indissolubile est, ideo non potest pars moveri quin altera pars moveatur. Sed hoc modo minus quiesceret, majus vero totum motum reciperet, quod est absurdum, et valde dissimile, et maxime apparet dissimilitudo, quando excipiens est valde magnum, itaque dividi necesse est mutationem inter corpora, et incurrens nonnihil repelletur.

Omnia haec explicanda accuratius, tum et quaenam sit ex his principiis vis percussio- 20 nis.

1 si (1) proprius (2) mutatione aliqua facta propius *L* 2f. celerius, (1) nam quia (2) quoniam enim *L* 5f. quiesceret. (1) Vel denique dabitur me (2) Sed hoc [...] erit medium *L* 10 utroque (1), et utrumque corpus (2). Illud vero observatur, *L* 15 tantum (1) quie (2) motum recipit (a) minus (b), et (aa) quiescit (bb) minus incurrens quiescit. *L* 16f. moveatur. (1) Nec tame (2) Sed *L* 18 dissimile (1) a praesenti in primis (2), et maxime apparet dissimilitudo, *L* 19 dividi (1) potest (2) necesse est *L*

13 quo explicui modo: ebd.

58₁₀. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA OCTAVA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 86–87. Zwei Blatt 2°, die ursprünglich wohl einen Bogen bildeten; ein Wasserzeichen auf Bl. 87; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier vollbeschriebene Seiten, die vom Text N. 58₁₁ fortgesetzt werden; ein Kustos am Ende von Bl. 87 v° verweist auf die *Scheda nona*.
 5
E FICHANT 1994, S. 152–158 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 308–316).

[86 r°]

Scheda octava

Januar. 1678

Vis est quantitas effectus. Hinc vis corporis in motu existentis aestimari debet ex altitudine ad quam ascendere potest. In plano inclinato *AB* descendant duo globi aequales
 10 materia et magnitudine *C* et *D*, atque inde transeant sine reflexione in planum horizontale *BF* ibique celeritatem continuent[:] patet corpora in hoc plano pervectura ea celeritate,
 quam in *B* acquisivere. Celeritates autem quaesitae erunt in ratione subduplicata altitudinum *GB*, *HB* vel *CB*, *DB*, ut constat ex demonstratis a Galilaeo. Vires autem sunt ut
 15 altitudines *CB* ad *DB* sive *GB* ad *HB* ex quibus corpus descendit seu ut *NF* ad *PF*,
 vel *LF* ad *MF* ad quas postea sese attollere potest, quae hoc loco [eaedem] compendii

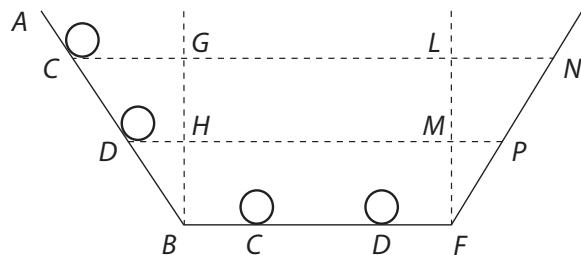
7 *Unter der Überschrift, umrandet:* Nota bene. Scheda octava et nona non sunt subiectae reformationi.

7 *Am oberen Rand:* Calculus ex his^[a] tribus principiis[:] virium servatarum, servatae directionis in summa, et servatarum apparentiarum.

[a] his (1) duobus (2) tribus *L*

9 potest. (1) Hinc sequitur (–) (2) Si duo sunt corpora mota (3) (Na) (4) In plano inclinato *AB L* 9f. aequales materia et magnitudine *erg. L* 10f. horizontale *erg. L* 12 erunt in (1) quadrata (2) ratione subduplicata *L* 14 *CB* ad *DB* sive *GB* ad *HB* *erg. L* 14f. descendit (1) seu (2) seu ut [...] *PF*, vel (a) *LM* (b) *LF* ad *MF* ad (aa) quam (bb) quas *L* 15 eadem *L* ändert Hrsg. nach E, S. 153

9 plano inclinato *AB*: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 637. 13 demonstratis a Galilaeo: Vgl. G. GALILEI, *Discorsi*, giornata III, theorema II, prop. II (Leiden 1638, S. 171 f.; GO VIII, S. 209 f.).



[Fig. 1]

causa [supponuntur]: ergo erunt corporum duorum ut C, D etiam in horizontali plano $[BF]$ motorum vires ut quadrata celeritatum. Hinc vis eadem manet, non quando eadem manet quantitas motus, seu summa factorum ex celeritatibus in corpora, sed summa factorum ex quadratis celeritatum in corpora.

Sint corpora a, b , eorum celeritates $\frac{\text{ante concursum}}{\text{post}} \frac{e^i}{\epsilon y}$ fiet aequatio infallibilis 5
 $a e^2 + b i^2$ aequ. $a \epsilon^2 + b y^2$, vel $a e^2 - a \epsilon^2$ aequ. $b y^2 - b i^2$, seu $\frac{a}{b}$ aequ. $\frac{y^2 - i^2}{e^2 - \epsilon^2}$, vel $\frac{a}{b}$ aequ.
 $\frac{y+i}{e+\epsilon}, \frac{y-i}{e-\epsilon}$. Hinc corollarium: si y major quam i , erit ϵ minor quam e .

Porro uti vis absoluta manere debet eadem, ita et eadem manere debet vis respectiva, id est[:] quemadmodum relatione ad totum systema habita semper corpus facultatem habere debet (nisi quid impediat) in tantum rursus assurgendi supra horizontem seu recedendi a terra, in quantum ad terram accessit et quidem eodem tempore, si omnia requisita adsint; ita etiam corpora duo vim habere debent ab ictu in tantum a se invicem recedendi in quantum sibi accessere. Accedit ratio, quod omnia eodem modo debent apparere, in uno corporum concurrentium existenti, sive ipse in moto aut quiescente existat[:] ex. gr. idem eventus ei debet apparere, sive ipse in murum incurrat sive murus in 15 ipsum. Cum enim causam nulla ratione discernere possit, etiamsi vel angelicam sapien-

1 supponitur L ändert Hrsg. nach E, S. 153 1–4 erunt (1) corpora ejus (2) corporis (3) corporum (a) duorum aequalium vires ut quadrata celeritatum. Hinc (b) duorum ut [...] horizontali plano | BM ändert Hrsg. | motorum vires [...] celeritatum. Hinc (aa) non (bb) vis eadem [...] quantitas motus, (aaa) sed quando eadem manet quanti (bbb) seu summa [...] in corpora. L 7 Hinc corollarium [...] quam e. erg. L 9 quemadmodum (1) in syste (2) relatione ad totum systema habita L 11f. accessit (1) ita etiam (2) et quidem [...] ita etiam (1) corpus quod in aliud corpus impegit (2) corpora duo [...] ab ictu L 14 apparere, (1) in u (2) sive in (3) in uno [...] existenti, sive L

tiam haberet, nec effectum discernere posse debet. Erit ergo semper et percussio eadem, et idem conatus separationis.

Hinc si duo corpora concurrant utcunque, tunc ante concussum vel post concussum in easdem tendunt partes vel in diversas. Si in easdem tendunt partes, tunc erit distantia celeritatum differentia. Si in [diversas], summa, seu erit: $\pm e \pm i$ aequ. (\pm) ϵ (\pm) y . Quae signa ut explicitur, hoc considerandum est: [86 v^o]

Si corpora in easdem tendunt partes, et id quod assequitur aliud tardius antecedens, ipso antecedente majus est, tunc post concussum ambo tendunt in easdem partes, adeoque eo casu fit $e - i$ aequ. $y - \epsilon$.

10 Si vero corpora tendunt in easdem partes, et id quod alterum assequitur eo minus est, tunc repellitur, et fit $e - i$ aequ. $\epsilon + y$.

Si corpora tendunt in partes contrarias, tunc si unum est majus et celerius, alterum minus et tardius, et majus ac celerius ponatur esse a , tunc fiet: $e - i$, aequ. $y - \epsilon$.

15 Si corpora tendunt in partes contrarias, tunc id quod est minus semper repelletur, quantacunque celeritate feratur, seu quantamcunque vim habeat. Nam cum repellatur si incurrat in majus quiescens, multo magis repelletur si incurrat in majus occurrens.

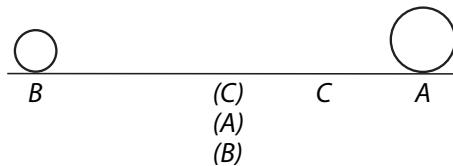
Posito quod centrum gravitatis in easdem semper tendat partes, sequitur corpora ambo repelli cum celeritate concurrunt reciproca magnitudini. Tunc enim centrum gravitatis quiescit.

20 Hinc si corpus majus incurrat in minus occurrens et major sit celeritas minoris quam in reciproca magnitudinum ratione, ambo repellentur[:] minus vel ideo quia minus est,

13 Am Rand: Imo error.

1 haberet, (1) tamen (2) nec L 3f. utcunque, (1) tunc vel post concussum in easdem tendunt partes vel in diversas, si in (a) easdem (b) diversas tunc (aa) summa celerita (bb) ut distantia maneat eadem eodem tempore ante et post concussum, necesse est esse (2) tunc ante [...] in diversas. L
 5 easdem L ändert Hrsg. nach E, S. 153 9 fit (1) $e + i$ aequ. $\epsilon + y$. (2) $e - i$ aequ. $y - \epsilon$. L
 15 feratur (1). Si corpora tendunt in partes contrarias, tunc (2), seu quantamcunque vim habeat. Nam L 16–18 occurrens. (1) Corpus majus repelli (2) Posito quod [...] partes, sequitur (a) corpus (b) corpora ambo repelli (aa) cum aequali (bb) cum celeritate concurrunt reciproca magnitudini. L
 20f. sit (1) celeritat(e) (2) celeritas minoris quam (a) reciproca (b) in reciproca L

13 $e - i$, aequ. $y - \epsilon$: Die Aussage ist, wie Leibniz in der hierauf bezogenen Randbemerkung festhält, falsch. Richtig wäre: $e + i = y - \epsilon$. Vgl. S. 643.5–10. Siehe zudem FICHANT 1994, S. 310, Anm. 4.



[Fig. 2]

majus vero, quia ex praecedenti[,] etiam cum minori vi occurreret alterum[,] repellebatur. Hinc eo casu erit $i - e$ aequ. $\epsilon + y$.

Videri alicui possit verum hoc theorema: si corpus incurrat alteri occurrenti, celeritate duplo majore quam reciproca, quiescat; nam ob reciprocam conabitur redire via illa qua venit, et illa reciproca celeritate[;] sed altera parte celeritatis eodem conatu tentat 5 pergere, ergo quiesceret[;] hinc sequeretur minus incurrens in majus occurrens aliquando non repelliri, quod puto ex prioribus absurdum. An vero hoc theorema in majori non habeat locum, inquirendum.

Si majus occurrat minori, fieri potest ut majus repellatur, fieri etiam potest ut majus progrediatur, ergo etiam fieri potest ut quiescat. Quando autem quiescit majus, 10 tunc via corporis minoris repulsi aequatur viae centri gravitatis ante concursum[,] posito [hoc] semper eodem modo procedere[;] via autem centri gravitatis duobus corporibus sibi occurrentibus sic investigabitur:

AC aequ. $\frac{b}{a+b} \overline{e+i}$ et BC aequ. $\frac{a}{a+b} \overline{e+i}$. Corpus quod majorem quam reciprocum magnitudini alterius celeritatem habet, in eandem tendit partem cum centro gravitatis[:] 15 nam cum reciprocum habet[,] quiescit centrum, major ergo quae ipsi[,] caeteris ut prius manentibus[,] additur in aliquam partem celeritas facit centrum illuc ire.

14–17 Am Rand: A et C tendunt in easdem partes. $A(C)$ aequ. e . AC aequ. $\frac{b}{a+b} [\overline{e+i}]^{\text{[a]}}$.

[a] $\overline{e+i}$ erg. Hrsg.

3 si | majus *gestr.* | corpus L 4f. redire (1) ea qua venit (2) via (a), et celeritate (b) illa qua [...] reciproca celeritate L 11f. posito | hoc erg. Hrsg. | semper eodem modo procedere erg. L
14 $\frac{a}{a+b} \overline{e+i}$. (1) Si corpus A majorem (2) Corpus quod majorem L 16 centrum erg. L

1 ex praecedenti: Vgl. S. 638.17–19. 2 $i - e$ aequ. $\epsilon + y$: Richtig wäre vielmehr: $e + i = \epsilon + y$. Vgl. S. 643.5–10. Siehe zudem FICHANT 1994, S. 311, Anm. 1. 3 alicui: Siehe etwa N. 584, S. 568.1–4.
7 ex prioribus: Vgl. S. 638.14–16.

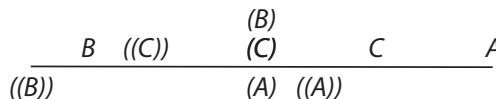
[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Sit ergo $ae \sqcap bi$. Cadet C inter (C) et A , adeoque fiet $C(C)$ aequ. $A(A) = AC$, seu $e - \frac{b}{a+b} \overline{e+i}$, seu $ea \boxed{-eb+eb} - bi$, seu $\frac{ae-bi}{a+b}$, via centri gravitatis. [87 r^o] Quia ergo y est via centri, ponamus y aequ. $\frac{ae-bi}{a+b}$, at aliunde $by^2 + ae^2$ aequ. $ae^2 + bi^2$. Et quia hic ϵ aequ. 0, fiet by^2 aequ. $ae^2 + bi^2$ 5 seu y^2 aequ. $\frac{a}{b}e^2 + i^2$, et hoc loco y^2 aequ. $\frac{a^2e^2 - 2abbi + b^2i^2}{a^2 + 2ab + b^2}$. Ergo fiet: $a^3e^2 + a^2bi^2 + \boxed{2}a^2be^2 + 2ab^2i + ab^2e^2 \boxed{+b^3i^2}$ aequ. $\boxed{a^2be^2} - 2ab^2ei \boxed{+b^3i^2}$.

Hinc patet solutionem hoc modo esse impossibilem, et perinde corpus, quod in eam tendit partem cum centro gravitatis[,] nec quiescere nec repelli sed semper progredi post occursum. Fiat ergo: via centri gravitatis seu y aequ. $\frac{bi-ae}{a+b}$, prodibit idem et res eodem modo non procedet.

10 Et manifestum est[:] si corpus occurrens quiescat post occursum, necessario viam centri gravitatis venisse ab ipsius plaga, quia corpore altero solo procedente tendit in adversam plagam. Debet autem distantia esse eadem quae ante. Ergo corpus excipiens movebitur celeritate tanta quanta antea ambo simul, at centrum gravitatis utique movetur minore quia movetur inter ipsas, ergo non possunt esse eadem, cum tamen eadem hoc loco esse debeant; impossibilis ergo hypothesis quietis.

15 Video manifestam conclusionem hanc[:] si corpus unum tendebat in eandem cum centro gravitatis viam ante concursum, alterum tendet in eandem cum eo viam post concursum, semper enim necessario ipsum antecedit.



[Fig. 3]

3f. gravitatis. (1) Ponamus jam y aequ. $\frac{ae-bi}{a+b}$, aequ. (a) $\frac{ae+bi-ae}{b}$, fiet $\boxed{2} \boxed{abe} \boxed{-b^2i} + a^2e + abi - a^2\epsilon$, $\boxed{+abe} \boxed{+b^2i} - abe \sqcap 0$ (b) $\frac{ae+bi}{b}$, fiet $\boxed{abe} - b^2i$ aequ. $a^2e + b^2i + abi + \boxed{abe} + b^2i$, quia tunc $\epsilon \sqcap 0$. [87 r^o] (2) Quia ergo [...] aequ. $\frac{ae-bi}{a+b}$, $L \quad 5 \quad \frac{a}{b}e^2 + i^2$, (1) seu $y^2 - i^2$ aequ. $\frac{a}{b}e^2$ (2) et hoc loco y^2 aequ. $\frac{a^2e^2 - 2abbi + b^2i^2}{a^2 + 2ab + b^2}$. $L \quad 13$ quia movetur inter ipsas erg. $L \quad 14f$. quietis. (1) Imo jam (2) Video $L \quad 15$ hanc (1) corpus (2) si corpus $L \quad 17-S. 641.1$ antecedit. (1) Hinc cum via centri ante concursum sit $\frac{ae-bi}{a+b}$ (2) Et cum [...] maneat eadem, L

4 aliunde: Siehe S. 637.5–7.

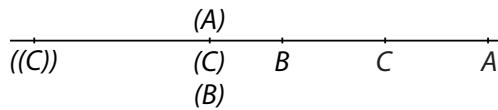
Et cum distantia corporum maneat eadem, etiam distantia corporis cujusque a centro gravitatis manebit eadem; quia eandem semper proportionem habet ad distantiam corporum, eam scilicet quam corpus oppositum ad corporum summam. Eadem autem est quantitas, cujus ad eandem eadem ratio est.

Patet corporis quod centrum gravitatis antecedit viam $(B)((B))$ esse aequ. $(C)((C))$ 5 + $[(C)(B)]$. Inveni tandem hinc regulam elegantem, quando corpus A quod in eandem cum centro gravitatis partem tendit repellatur vel non. Repellatur scilicet quando AC majus quam $C(C)$, progreditur quando minus est. Quod sic demonstro[:]: $((A))(C))$ aequ. AC (ut dixi eandem distantiam a centro grav. servari) ergo cum AC majus quam $C(C)$, etiam $((A))(C))$ majus quam $(C)((C))$, adeoque $[(A)]$ cadet cis (C) , secus est 10 si minus. Hinc patet quomodo occurrens possit quiescere[:] nam si AC et $C(C)$ aequales, aequabuntur $\frac{b}{a+b} \overline{e+i}$ et $\frac{ae-bi}{a+b}$, sive $be+bi$ et $ae-bi$, id est $be+2bi$ aequ. ae ; id est si sit $e+2i$ ad e ut a ad b , corpus a (quod majus est) post concursum quiescat. Repelletur autem si AC majus quam $C(C)$, id est si $b \overline{e+i}$ majus quam $ae-bi$, id est si $\frac{e+2i}{e} \succ \frac{a}{b}$. Progredietur vero si minus sit. [87 v^o] 15

Corpora duo tendunt in easdem partes et celerius assequitur tardius, tunc repellitur corpus celerius, quando AC majus quam $C(C)$; est autem AC aequ. $\frac{b}{a+b} \overline{e-i}$ et $C(C)$ aequ. $e - \frac{be-bi}{a+b}$ seu $ae \boxed{+be-be} - bi$ seu $\frac{ae-bi}{a+b}$, quod si sit minus quam $\frac{b}{a+b} \overline{e-i}$, seu si sit $ae-bi$ minus quam $be-bi$, seu si sit ae minus quam be , seu si sit a minus quam b , tunc corpus incurrens repelletur; sin [majus] progredietur. 20

4f. est. (1) Hinc sequitur corpus quod repellitur (2) Patet corporis [...] gravitatis antecedit L 5f. $(C)(C))$ + | $C((B))$ ändert Hrsg. nach E, S. 155 |. (1) Corpus id quod (2) Inveni tandem L 9 eandem (1) est (2) distantiam L 10 $((A))$ erg. Hrsg. nach E, S. 312 11 patet (1) cur non qua (2) quomodo L 15 vero erg. L 15f. sit. [87 v^o] (1) Hinc ergo paucis rem omnem sic complector: quando corpus majus assequitur minus, tunc post concursum tendunt in easdem partes seu fit (a) $e+i$ aequ. (b) e + (c) $e+i$ aequ. (d) | $e-i$ aequ. $e+y$. streicht Hrsg. | (2) Quando (3) Corpora duo [...] tardius, tunc L 18f. quod si | sit erg. | minus | quam erg. | $\frac{b}{a+b} \overline{e-i}$, seu si sit (1) ae minus quam (2) $ae-bi$ minus quam $be-bi$, L 20 minus L ändert Hrsg. nach E, S. 156

9 ut dixi: Vgl. S. 641.1–2. 18 $ae \boxed{+be-be} - bi$: Dem Summanden bi kommt das positive Vorzeichen zu; siehe FICHANT 1994, S. 156 u. 313. Der Fehler wirkt sich auf die unmittelbar folgenden Herleitungen aus. 19 a minus quam b : Eigentlich gilt: $a < b \frac{e-2i}{e}$. Die Ergebnisse der folgenden Herleitungen sind indessen richtig.



[Fig. 4]

Si a repellitur seu si AC majus quam $C(C)$, erit $\frac{b}{a+b} \overline{e-i}$ majus quam $A(C) - AC$,

$$\underbrace{\frac{e-\frac{b}{a+b}\overline{e-i}}{e-\frac{a}{a+b}\overline{e-i}}}_{C(C)}$$

seu $2AC$ majus quam $A(A)$ seu $\boxed{2}be - 2bi \sqcap ae \boxed{+ be}$ seu $\frac{e-2i}{e} \sqcap \frac{a}{b}$.

Hinc brevius regulam istam colligimus:

Si corpus quod in eandem cum centro gravitatis partem tendit sit a et ejus celeritas
5 e , alterum b et celeritas ejus $[i]$, et corporibus in eandem partem tendentibus sit $\frac{e-2i}{e}$
majus quam $\frac{a}{b}$, corpus a repelletur, sin minus progredietur, si aequalia quiescat.

Iisdem positis si corpora tendant in partes contrarias sitque $\frac{e+2i}{e}$ majus quam $\frac{a}{b}$,
idem contingat, et ita de caeteris.

Aequationes ergo quas habemus sunt:

$$10 \quad ae^2 + bi^2 \text{ aequ. } ae^2 + by^2, \text{ seu } ae^2 - a\epsilon^2 \text{ aequ. } by^2 - bi^2 \text{ sive } \frac{a}{b} \text{ aequ. } \frac{y+i}{e+\epsilon}, \frac{y-i}{e-\epsilon},$$

$$\text{et } \pm e \pm i \text{ aequ. } (\pm)\epsilon(\pm)y$$

$$+ e \pm i \text{ aequ. } (\pm)\epsilon + y.$$

1 Si a repellitur seu erg. L 5 celeritas ejus $| e$ ändert Hrsg. nach E, S. 156 | , (1) sitque in casu
(2) et corporibus [...] tendentibus sit L 10 seu $ae^2 - a\epsilon^2$ aequ. $by^2 - bi^2$ erg. L

[Fig. 4]: Ein ähnliches, weniger vollständiges Diagramm auf Bl. 87 v° wird nicht wiedergegeben.

Sit e vel $A(C)$ celeritas corporis centrum sequentis, fiet $\frac{e}{A(C) - AC}$ aequ. $C(C)$; est autem AC aequ. $\frac{b}{a+b} \neq e \neq i$, ergo $[C(C) \text{ aequ.}] \frac{ae \neq be \neq bi}{a+b}$. Hinc patet: cum be destrui necesse sit, fore \neq aequ. $+$ et \neq aequ. $-$, et \neq fieri \pm . Adeoque fieri: $\frac{ae \pm bi}{a+b}$ aequ. $C(C)$, et AC aequ. $\frac{b}{a+b} \neq e \neq i$.

Porro post concursum distantia est $(\pm)\epsilon + y$, quae ante aequ. $[+e \pm i]$. Nam post 5 concursum, sive in easdem tendant partes, tunc major est celeritas y , ergo ab ea subtrahi debet ϵ ; vel in contrarias discedunt, tunc inter se addi debent, tunc non est opus signo $-$. Ergo semper fiet: $(\pm)\epsilon + y$ distantia corporum post concursum, posito fuisse $[e \pm i]$ ante concursum.

Ergo $+e \pm i$ aequ. $(\pm)\epsilon + y$,

10

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

$e(\pm)\epsilon$ aequ. $y(\pm)i$. y aequ. $e(\pm)\epsilon \pm i$. $ae + bi$ aequ. $a\epsilon + by$.

Ergo y aequ. $\frac{ae + bi - a\epsilon}{b}$ aequ. $e(\pm)\epsilon \pm i$.

Ergo $ae + bi - a\epsilon$ aequ. $be(\pm)bi$, seu ϵ aequ. $\frac{ae + bi \pm bi - be}{a(\pm)b}$.

$$\begin{aligned} & a^2e + abi(\pm)abe(\pm)b^2i, + b^2e \\ & - abe - b^2i \\ & \pm b^2i \end{aligned}$$

Ergo y aequ. $\frac{ab + b^2}{ab + b^2}$.

15

Rursus (transigendo) ϵ ut y , ϵ aequ. $\frac{ae + bi - by}{a}$ aequ. $(\pm)e(\pm)y \pm (\pm)i$.

Ergo $ae + bi - by$ aequ. $(\pm)ae(\pm)ay \pm (\pm)ai$.

Ergo y aequ. $\frac{+ae + bi(\pm)ae \pm (\pm)ai}{(\pm)a + b}$. $ae + bi$ aequ. $a\epsilon + by$. $-ae \pm bi$ aequ. $(\pm)\epsilon - by$.

Ergo $\frac{\epsilon}{i}$ aequ. $\frac{b}{a}$, vel aequ. 0. Quorum prius succedit [Text bricht ab.]

1 vel $A(C)$ erg. L 1 corporis (1) in eandem cum via centri (2) centrum sequentis, L 2 $C(C)$ aequ. erg. Hrsg. nach E, S. 157 5 concursum (1) fit (2) distantia est $| + e \pm i$ ändert Hrsg. nach E, S. 157 | , quae ante aequ. | $(\pm)\epsilon + y$ ändert Hrsg. nach E, S. 157 | . Nam L 6 ergo (1) non addi (2) ab ea subtrahi L 8 $e + i$ L ändert Hrsg. 16 Rursus (transigendo) ϵ ut y , streicht Hrsg. 17–19 $(\pm)ae(\pm)ay \pm (\pm)ai$. Ergo [...] prius succedit streicht Hrsg.

seu $e(\pm) \epsilon$ aequ. $y \pm i$, et y aequ. $e(\pm) \epsilon \pm i$,

et fiet via centri post concursum $\frac{by(\pm)a\epsilon}{a+b}$ aequ. $(C)((C))$,
adeoque habebitur aequatio $ae \pm bi$ aequ. $by(\pm)a\epsilon$,

seu $ae(\pm)a\epsilon$ aequ. $by \pm bi$;

5 multiplicetur per $e(\pm)\epsilon$ aequ. $y \pm i$,

fiet: $ae^2 - a\epsilon^2$ aequ. $by^2 - bi^2$;

addamus invicem: $+ae(\pm)a\epsilon$ aequ. $by \mp bi$
 $+ae(\pm)a\epsilon$ $ay \pm ai$

fiet: $2ae$ aequ. $\overline{a+b}y$, $\overline{\mp b \pm a}i$,

et $(\pm)[2ae]$ aequ. $\frac{\overline{+b}y}{-a} \overline{\mp b}i$.

10 Ut inveniamus [signa] \pm et (\pm) , tractabimus illa instar incognitarum. Vocemus $\pm f$
et $(\pm)g$. Prodibunt aequationes: $e + fi$ aequ. $g\epsilon + y$, et $by - gae$ aequ. $ae - fbi$. Ut ergo
inveniamus g ex dato f , fiet ex priori aequatione gae aequ. $ae + fai - ay$, et ex posteriori
 $by + fbi - ae$. Ergo fiet: $\frac{2ae - ay - by}{bi - ai}$ aequ. f . Sed quia solius tantum g valorem quaerimus
sine y et ϵ , sic procedere licebit ope duarum aequationum[:] y aequ. $e + fi - g\epsilon$, et rursus
15 y aequ. $\frac{ae - fbi + gae}{b}$; ergo $gae + gbe$ aequ. $be + fbi - ae + fbi$, seu $g\epsilon$ aequ. $\frac{be + 2fbi - ae}{a + b}$.
Ergo si $be + 2fbi$ majus quam ae , vel si $\frac{e \mp 2i}{e}$ majus quam $\frac{a}{b}$, g erit + seu corpus a
repelletur, sin minus progredietur, si aequalia sint quiescat. Atque ita ex solo calculo
cuncta absolvimus. Demonstranda superest regula vel centri vel distantiae.

9 $2ae$ L ändert Hrsg. 10 inveniamus (1) signa (a) \pm (b) \pm (2) | signum ändert Hrsg. | \pm erg. Hrsg. |
et (\pm) , L 11–13 $ae - fbi$. (1) Ex priori fiet (a) gae (b) fbi aequ. $gbe + by - be$ (2) Ex priori fiet: (3) Ut
ergo [...] dato f (a) fiet gae aeq (b) fiet ex priori [...] posteriori $by + fbi - ae$. L 15 $\frac{ae - fbi + gae}{b}$;
(1) ergo $2gae$ aequ. $ae + fai - ae + fbi$ (2) ergo $gae + gbe$ aequ. $be + fbi - ae + fbi$, L

58₁₁. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA NONA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 88–89. Ein Bogen 2°; ein Wasserzeichen auf Bl. 89; unterer Rand von Bl. 89 beschädigt mit Textverlust; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier vollbeschriebene Seiten, die den Text N. 58₁₀ fortsetzen und vom Text N. 58₁₂ fortgesetzt werden; ein Kustos am Ende von Bl. 89 v° verweist auf die *Scheda decima*. 5
- E* FICHANT 1994, S. 159–165 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 317–330).

[88 r°]

Scheda nona

Januar. 1678

Tentandum an demonstrare liceat regulam de via centri gravitatis in corporum motibus concursibusque servanda, quod si effecerimus rem maximam in phronomica egerimus.

Torricellius demonstravit in machina quavis continue centrum gravitatis deorsum 10 tendere. Idem Pascalius aliique a se demonstratum asserunt, sed non difficilis est demonstratio, vel ex eo quod alioqui motus perpetuus. Limitandum est tamen[:] si corpus non novo impulsu feratur, sed quae sita semel celeritate. Itaque casus accelerationum hinc removendus. Sed tamen et hunc licebit salvare, si ope accelerationum ponas caeteris paribus[:] et quando ita[,] licet centrum gravitatis aequaliter ascendere ac descendit. 15

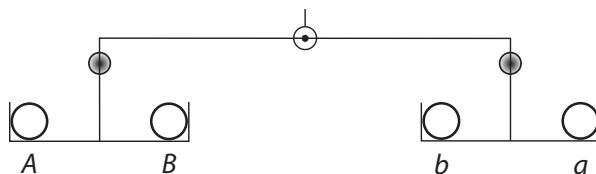
In liquido sint duo corpora, unum gravitate specifica descendens, alterum levitate specifica ascendens[,] et quidem motu uniformi[:] quod fit cum ad eam accelerationem pervenire, ut ferri possint a liquido ipso tanta celeritate moto. Patet ante ictum eorum centrum gravitatis descendere uniformiter, ponamus post ictum id rursus ascendere, ergo si satis altus est liquor statim obtinebimus motum perpetuum artificiale[] igitur pro 20 certo habendum est, si duo corpora in liquore vel recta vel plano inclinato uniformi celeritate hoc modo concurrant, centrum gravitatis eorum continuabit motum in eandem

11 tendere. (1) Hinc etiam demonstratur (2) Idem Pascalius [...] demonstratum asserunt, L 12f. perpetuus. (1) Hinc jam porro colligo: si duo corpora quae non ferantur accelerata (a) celeritate (b) vi, sed ea quam semel habent (2) Limitandum est [...] semel celeritate. L 15 paribus (1) centrum gravit (2) et quando [...] centrum gravitatis L 16 liquido (1) descendant (2) sint L

10f. Torricellius [...] tendere: Vgl. E. TORRICELLI, *De motu gravium*, lib. I (*Opera geometrica*, Florenz 1644, S. 99; *TO* II, S. 105). 11 Idem [...] asserunt: Wohl Anspielung auf B. PASCAL, *Traité de l'équilibre des liqueurs*, chap. 2 (Paris 1663, S. 10f.; *PO* III, S. 166f.); Pascal beweist den Satz allerdings nicht, sondern nimmt ihn als Grundsatz an. Leibniz hat aus diesem Kapitel 1672 einen Auszug verfasst; siehe *LSB* VIII, 1 N. 38, S. 289.14–17. 11f. demonstratio [...] perpetuus: Ähnlicher Ansatz bereits in N. 37; N. 38; N. 39, S. 387.22–388.6.

semper partem. Si autem reverteretur in contrariam, statim ostendam haberi motum perpetuum[:] nam si resurgit, ponamus tandem[,] ubi altius assurexit quam unde venit, corpora per lineam rigidam connecti; tunc iterum descendet ut ante concursum[:] unde ponamus lineam rigidam iterum dissolvi ubi libuerit, iterum ascendet, et ita habebitur haud dubie motus perpetuus artificialis.

Quaeritur jam an post ictum eadem celeritate pergit centrum gravitatis, qua ante. Fingamus motum esse in tubo inclinato, tubum autem ipsum non ponderare in liquido ob materiam. Caeterum centrum ex quo tubus inclinate sit suspensus incedere et moveri sub tubo eodem prorsus modo, ut centrum gravitatis corporum in tubo motorum ante concursum, eodemque modo etiam post concursum hoc centrum suspensionis tubi pergere; ipsum vero centrum gravitatis corporum ponamus aliter moveri post ictum, utique statim tubus circumagetur nonnihil ob eorum pondera. Ponamus tamen illam circumactionem impediri, donec eosque diversitas inter centrum suspensionis tubi et centrum gravitatis corporum pervenerit, ut permissa circumactione centrum gravitatis iterum deprimatur vel ascendat, donec coincidant centrum suspensionis et levitatis. Quo facto, hinc aliquam vim obtinuimus; imo poterimus efficere reciprocationes etc. Sed hoc distinctius explicandum.



[Fig. 1]

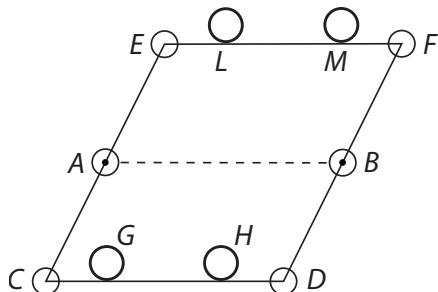
8 Am Rand, auf ob materiam bezogen: tubus liquore plenus forte clausus

1 partem. (1) Quod si (2) Si autem L 2 tandem (1) connecti corpora per lineam (2) ubi latus est (3) ubi altius assurexit L 6 eadem (1) linea (2) celeritate L 6f. ante (1), et durante motu corpora linea rigida connecti, utique (2). Fingamus motum esse L 8 incedere et erg. L 9 sub tubo erg. L 10f. modo (1) pergere, (2) etiam post concursum hoc (a) eo (b) hoc centrum suspensionis tubi pergere; L 11 gravitatis (1) tuborum (2) corporum L 12 nonnihil erg. L

15 levitatis: Gemeint ist wohl doch das *centrum gravitatis*.

Sit libra, cuius brachia sustineant plana horizontalia, in quibus utrinque similiter corpora versus se invicem currant, sit b aequ. B , et a aequ. A . Itaque cum semel sit libra in aequilibrio; durante motu manebit in aequilibrio quia utrobique centrum gravitatis corporum eodem modo recedet a centro librae vel ad ipsum accedet. Ponamus jam duo corpora in uno latere concurrere, in altero se nonnihil evitare, et in his manere viam centri, 5 in alteris vero mutari, necessario brachium librae inclinabitur ab alterutra parte; ponamus autem corpora post concursum reflecti iterum ab extremis lancis[,] quaeque sua, et alternis jam evitare se quae antea concurrerant, concurrere altera[:] iterum inclinabitur rursus [brachium] in aliam partem, et ita habebitur motus perpetuus. Sane certum est hoc modo augeri [aliquantum] vim, quia eo ipso, dum mutatio fit, seu ascensus et descensus 10 aliquis fit, vim aliquam lucramur, nulla alia vi perdita.

Faciendum ut semper sit AB horizonti parallela, sive ascendat sive descendat libra et ubique sit centrum gravitatis corporum in qualibet lance. Possunt et adhiberi pendula vibrantia in librae lance separatim suspensa. [88 v^o] Ut semper plana illa horizonti parallela maneat, sic efficiemus. Sit linea AB immobilis, vel sufficit puncta A , B esse 15 immobilia. Patet circa ipsam velut libram moveri EF et CD , nam ascendeante CD descendit EF et contra. Rectae autem EF , CD semper manent inter se et horizontali immobili AB parallelae.



[Fig. 2]

2 corpora (1) concurrent (2) versus se invicem currant, L 2 Itaque (1) si semel (2) cum semel L
 7 lancis (1) unumquodque su (2) quaeque sua, L 8 se (1) priora (2) quae antea L 9 tubus
 L ändert Hrsg. nach E, S. 160 9 ita | manifeste gestr. | habebitur L 10 alioqui L ändert
 Hrsg. 10f. fit (1) augetur vis (2) seu ascensus [...] aliquam lucramur, L 15f. vel sufficit [...]
 esse immobilia erg. L

1 Sit libra: Siehe das Diagramm [Fig. 1] auf S. 646.

Si jam corpora G, H concurrent in recta CD , et corpora L, M in recta EF , ita ut sit L simile et aequale ipsi H , et M simile et aequale ipsi G , sitque CG aequ. FM , et DH aequ. EL , atque ita concurrent eodem modo in uno pariter atque altero plano, patet ante concursum centrum gravitatis eodem modo supra infraque moveri, ita ut semper libra 5 maneat in aequilibrio si semel in eo fuit. Quod si vero idem non contingit post concursum supponendo inferiora concurrere, superiora se evitare seu unum prope alterum decurrere[,] necesse est cessante aequilibrio et centro gravitatis corporum in una lance CD aliter posito quam centro gravitatis corporum in altera lance EF , libram mutari et alterutram lancem CD vel EF cum suis corporibus ascendere[,] et quidem determinata 10 quadam vi, quae etiam aliquod extra libram movere possit; ita jam aliquem motum vel vim aliquam lucrati erimus sine causa[.] Eam scilicet quae lancem facit inclinari, cum tamen interim vis quae jam antea erat in machina, id est quae corpora discurrere facit, ex hypothesi eadem manserit. Quod est absurdum. Necesse est ergo manere semper eandem viam centri gravitatis corporum ante et post concursum.

15 Si secus contingeret, hac machina haberetur motus perpetuus artificialis posita corporum duritie satis perfecta et durabili. Nam ponamus corpora infra concurrentia iterum servato toto motu reflecti et versus extrema lancis recurrere, et ab illis quippe immobilibus (secundum hanc lineam motus) et durissimis reflecti pilas etiam integro servato motu, necessario denuo concurrent et denuo reflectentur; idque sine fine, qui est motus perpetuus naturalis. Idem contingeret in superiori lance EF etiamsi ibi se evitent, nihilominus ab extremis reflectentur et se porro evitabunt. Porro cum durantibus his reflexionibus et discursibus multis modis variatum iri centra gravitatis lancia, et nunc unum nunc alterum proprius centro motus futurum esse pateat, manifestum est etiam libram in perpetua fore vacillatione satis forti ad aliam rotam extra libram circumagendam, ipsa interim 20 machina in libra inclusa totam vim suam retinente.

25 Hinc etiam patet, licet corpora sint mollia utcunque, tamen si progrediantur eorum centrum gravitatis eodem modo progredi debere. Idemque non solum in corporibus

1 corpora $G H$ (1) et $L M$ (2) concurrent in recta (a) EF , et (b) CD , L 4 concursum (1) manere semper idem (2) centrum gravitatis [...] infraque moveri, L 6 supponendo inferiora [...] alterum decurrere erg. L 8f. EF , | tamen *gestr.* | libram mutari et (1) alterutrum CD (2) alterutram lancem CD vel EF L 10 jam (1) motum (2) aliquem motum L 12 quae (1) esset in (2) jam antea erat in machina, L 16 Nam (1) corporibus (2) ponamus corpora L 17 reflecti et (1) recurrere versus (2) versus extrema L 22 modis (1) variata (2) variatum L 27-S. 649.1 corporibus (1) duris, sed et mollibus (2) sphaericis, sed et quibuscunque L

26-S. 649.2 Hinc [...] pertinere: Vgl. die Schlussbemerkung in C. HUYGENS, „A summary account of the laws of motion“ (PT IV, 1669, S. 928; HO VI, S. 433).

sphaericis, sed et quibuscumque locum habere; nec numerum etiam corporum quicquam ad rem pertinere. Hinc etiam si plura corpora concurrent colligere aliquid licebit, et quia tunc pluribus modis salvare possunt[,] haec duae: conservatio directionis, et conservatio virium. [89 r^o]

Superest ut percussionem examinemus. Et primum quaestio illa tractanda, an eadem sit percussio, quandocunque corpora concurrent pari celeritate appropinquationis, etiamsi non eadem sit eorum celeritas. Sint corpora a , b . Ponatur distantia d et solum a moveri celeritate d , erit vis corporum ad^2 . Distantia autem corporum ex qua concurrent erit d . Ponamus jam eadem concurrere ex eadem distantia, sed celeritate ponderibus reciproca,

5

10

[Nachfolgend klein gedruckter Text in L gestrichen:]

ipsius a celeritas sit e , et ipsius b celeritas i , et ae^2 aequ. bi^2 , et $e+i$ aequ. d . Quaeritur an ae^2+bi^2 possit esse majus quam ad^2 . Patet ad^2 esse aequ. ae^2+ai^2+2aei . Ergo sublata ae^2 utrinque, quaeritur an possit bi^2 esse majus quam ai^2+2aei seu an bi possit esse majus quam $ai+2ae$, id est an $\frac{b}{a}$ possit esse majus quam $\frac{i+2e}{i}$. Quod utique aliqui fieri posse constat ex prioribus, imo semper fieri quando corpus b est 15 majus quam a et post occursum non repellitur. Verum hoc loco secus est, nam b etiamsi majus sit tamen repellitur post concursum, quia ae^2 aequ. bi^2 , seu $\frac{b}{a}$ aequ. $\frac{e^2}{i^2}$. Ergo quaeritur an $\frac{e^2}{i^2}$ possit esse majus quam $\frac{i+2e}{i}$; seu an e^2 possit esse majus quam i^2+2ei , seu an e^2-i^2 possit esse majus quam $2ei$. Sit e aequ. $i+\omega$ fiet $(\overset{i^2}{\cancel{}} + \overset{2i\omega}{\cancel{}}) + \omega^2(\overset{-i^2}{\cancel{}})$ majus [quam] $2i^2 + \overset{2i\omega}{\cancel{}}$. $\frac{b}{a}$ aequ. $\frac{e^2}{i^2}$. $\boxed{ae^2} + bi^2 \sqcap \boxed{ae^2} + ai^2 + 2aei$. $bi \sqcap ai+2ae$. $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i+2e}{i}$. $\frac{e^2}{i^2} \sqcap \frac{i+2e}{i}$. $e^2 \sqcap i^2+2ei$. [e] aequ. $i+\omega$. Ergo $(\overset{i^2}{\cancel{}} + \overset{2i\omega}{\cancel{}}) \sqcap (\overset{i^2}{\cancel{}} + i^2 + \overset{2i\omega}{\cancel{}})$. 20 Ergo $\omega^2 \sqcap 2i^2$. Quod possibile est. Ideoque etiam possibile est majus esse ae^2+bi^2 quam ae^2+ai^2+2aei .

Ergo percussio non potest esse semper ae^2+bi^2 posito distantiam [Text bricht ab.]

2 concurrent | hinc streicht Hrsg. | colligere L 5f. examinemus (1) an eadem (sit) (2). Et primum [...] sit percussio, L 7 etiamsi (1) eadem sit (2) non eadem sit L 7f. corpora a , b (1) quorum celeritates ω i. Ponatur primum i aequ. 0 et (a) sit (b) erit tota (2). Ponatur distantia [...] corporum ad^2 . L 9 sed (1) motu virium (2) celeritate L 10–12 reciproca, (1) nempe ae^2 (2) ipsius a [...] et ae^2 L 12f. ae^2+bi^2 (1) sit majus vel (2) possit esse majus quam ad^2 | vel erg. L, streicht Hrsg. | . Patet L 14 id est (1) an i (2) an $\frac{b}{a}$ L 17 concursum, (1) praesertim (2) itaque (3) quia L 18 i^2+2ei , | est autem streicht Hrsg. | seu an e^2-i^2 L 19 $(\overset{-i^2}{\cancel{}})$ (1) aequ. (2) majus | quam erg. Hrsg. | L 20 e^2 L ändert Hrsg. 21 $2i^2$. (1) Ergo (2) Quod L

12 ae^2 aequ. bi^2 : Dies widerspricht der soeben getroffenen Setzung $e : i = b : a$. 15 ex prioribus: Vgl. N. 5810, S. 642.3–8; 644.16–17.

5 seu ut sit ae aequ. bi seu $\frac{b}{a}$ aequ. $\frac{e}{i}$. Ergo quaeritur an sit $ae^2 + bi^2$, quae est vis in hoc casu concursus, major quam $a\sqrt{e^2 + i^2 + 2ei}$, seu an $(ae^2) + bi^2 \sqcap (ae^2) + ai^2 + 2aei$, seu an $\frac{b}{a} \sqcap \frac{i+2e}{i}$; seu quia $\frac{b}{a}$ aequ. $\frac{e}{i}$, quaestio erit an possit esse $\frac{e}{i} \sqcap \frac{i+2e}{i}$, seu an e possit esse $\sqcap i+2e$, quod est impossibile. Ergo fieri potest ut percussio semper sit eadem. Porro hinc patet vim residuam esse illam quae est corporum, si ambo velut in navi ferantur, ita ut motus navis sit motus centri gravitatis. Itaque vis residua est momentum centri gravitatis seu quadratum celeritatis centri gra(vitatis) [in corporum summam] ducti.

10 Hinc patet realiter composi(tos hos) [89 v^o] esse motus[,] non arbitrarie. Nimirum omnia corpora semper velut per centrum gravitatis connexa spectari, et ita velut unum totum aggregatum agi ab illa causa, quae est causa gravitatis. Est vero et alia causa in natura, quae efficit ut corpora semper eadem celeritate sibi accedant vel a se invicem recedant, vel ut idem semper respectus inter corpora servetur; et hae duae vires conatus habent compositos, nec proinde mirum est omnia eo quo dixi modo, ut in navi posse explicari.

15 Etiam idem est effectus suae causae, scilicet eadem distantia post ictum quae ante, uti eadem altitudo, seu eadem distantia a terra.

Absolute loquendo, seu aestimando non gravitatem sed appropinquationem, aestimantur vires seu celeritas non a quadratis celeritatum in corpora ductis, sed ab ipsis celeritatibus. Itaque absolute quidem in Mundo arbitror servari quantitatem motus, etsi 20 id non appareat in systemate. Mirum quod corpora ferantur quasi in navi quae eorum centrum gravitatis fert; quae vis nulla ratione perit a percussione, minuitur saltem a fricatione.

Videndum quid fieret si quis durante percussione auferret corpora unum ab altero ita ut ictum mox ipsa exciperent, tunc pereunte ictu et in ventos evanescente, ambo 25 corpora pergerent celeritate centri gravitatis.

4f. eadem (1) quam sic investigabimus: (a) sit (b) duo corpora concurrent celeritate e i , (2). Porro hinc patet L 5 est (1) corporis. Si feratur (2) corporum, si ambo (a) velut quiesce(ntes) (b) velut in navi (aa) in qua (bb) ferantur, L 7 celeritatis (1) | corporum streicht Hrsg. | ductum in v (2) centri gra(vitatis) | in corporum summam erg. Hrsg. | ducti. L 8 patet (1) omnem vim (2) realiter composi(tos hos) [89 v^o] esse motus L 11 ut (1) illa (2) corpora semper (a) eandem (b) eadem L 16 uti (1) idem (2) eadem L

7 gra(vitatis): Wort noch lesbar im S-Film Nr. 116 der GWLB Hannover. 7 in corporum summam: Siehe zu dieser Ergänzung FICHANT 1994, S. 325, Anm. 1. 8 composi(tos hos): Wörter noch lesbar im S-Film Nr. 116 der GWLB Hannover.

Sint corpora concurrentia duo a b , quorum celeritates e i ante concursum, et $e \neq i$ post concursum, erit via centri gravitatis: $\frac{ae + bi}{a + b}$, est autem \neq aequ. – quando corpora sibi occurrunt, et \neq aequ. + quando tendunt in easdem partes. Haec quantitas quadrata et in summam corporum ducta, dabit: $\frac{a^2e^2 + b^2i^2 + 2abei}{a + b}$ quae est vis qua summa corporum

pergere conatur, quae subtracta a $ae^2 + bi^2$ relinquet vim percussione; fiet ergo:

$$\frac{(a^2e^2) + abi^2 + abe^2 - b^2i^2 - a^2e^2 - b^2i^2 + 2abei}{a + b} \text{ seu } \frac{ab}{a + b} \sqrt{2} \neq e \neq i, \text{ quam vim patet perfectissimam habere relationem similem ad duo corpora, est scilicet } \frac{ab}{a + b} \text{ ductum in quadratum distantiae corporum.}$$

Corporum distantia est $e \neq i$, et quando intelliguntur eam conficere celeritate corporibus reciproca, tunc unius celeritas, scil. ipsius a , erit $\frac{b}{a+b} \overline{e+i}$, et alterius, b , 10 celeritas erit $\frac{a}{a+b} \overline{e+i}$, adeoque vis illius erit: $\frac{b^2a}{a^2 + 2ab + b^2} \overline{e^2 + 2ei + i^2}$, vis alterius

6 Am Rand: Si i aequ. 0, oritur percussio quam alibi^[a] esse dixi cum corpus impingit in quiescens.

[a] alibi: N. 587, S. 592.16 ff. Siehe hierzu FICHANT 1994, S. 163 u. 328, Anm. 1.

1 concurrentia | quaecunque *gestr.* | duo L 2 $\frac{ae + bi}{a + b}$, (1) quae ducta in summam corporum dabit vim qua corpora nitentur progredi via centri, (2) nempe $ae \neq bi$ (3) est autem L 3f. quadrata (1) dabit: (2) et in [...] ducta, dabit: L 4 vis | residua *gestr.* | qua summa L 7f. scilicet (1) factum (2) quadratum corporum (3) $\frac{ab}{a + b}$ ductum [...] distantiae corporum. L 9f. celeritate (1) distantiis reciproca, (2) corporibus reciproca, L 10 celeritas (1) | erit streicht Hrsg. | (2), scil. ipsius a erit. L

2f. est [...] partes: Vielmehr gilt, dass die Differenz der Geschwindigkeiten vor dem Stoß (e , i) den Fall der *assèctio*, die Summe derselben Geschwindigkeiten den des *occursus* ausdrückt. Vgl. N. 5810, S. 643.5–9. Leibniz selbst bemerkt einige Zeilen weiter unten (S. 652.2–4), dass die auf diesen Setzungen beruhende Rechnung nicht stimmig sei. Siehe hierüber auch FICHANT 1994, S. 327f.

$\frac{a^2b}{a^2 + 2ab + b^2} \overline{e^2 \pm 2ei + i^2}$, addantur simul fiet: $\frac{b^2a + a^2b}{a^2 + 2ab + b^2} \overline{e^2 \pm 2ei + i^2}$, seu dividendo fractionis nominatorem pariter ac numeratorem per $a + b$, fiet $\frac{ab}{a + b} \overline{e^2 \pm 2ei + i^2}$. Qui calculus differre videtur a superiore, nam paulo ante fiebat $\frac{ab}{a + b} \overline{e^2 \pm 2ei + i^2}$. Sed posterior est verior, neque enim proprie loquendo subtrahendae a se invicem hae vires duplices.

5 Conatus naturae unus est, efficiendi ut centrum gravitatis eadem procedat via, et aequa alte assurgere possit ante ictum quam post ictum. Alter naturae conatus est, ut corpora ipsa aequa a se invicem recedere possint ante ictum et post ictum; seu ut eandem semper vim in se invicem, seu percutiendi, habere possint. Quemadmodum ex priori eandem semper vim retinent percutiendi tellurem, etiam ut singulare corpus spectatam.

10 Conclusimus inquisitionem de regulis motus, et satisfecimus tandem nobis.

[Am Rand, auf den Abschnitt S. 652.2–4 bezogen:]

Imo error est nullus. Nam si a vi tota $ae^2 + bi^2$ auferatur vis percussioneis $\frac{ab}{a + b} \overline{e^2 \pm 2ei + i^2}$ fiet: $\frac{a^2e^2 + abe^2 + abi^2 + b^2i^2 - abe^2 - abi^2}{a + b} \pm 2ab ei \cancel{- abi^2}$ aequ. $\frac{ae \pm bi}{a + b} \boxed{2}$, seu via centri gravitatis in summam corporum ducta, seu vis quam corpora habent pergendi.

15 [Nachträglich hinzugefügt:]

by $(\pm) ae$ aequ. $ae \pm bi$. $(\pm) \epsilon + y$ aequ. $e \pm i$.

Multiplicetur posterior aequatio per $-b$ et addatur productum priori,

fiet: $(\pm) a \epsilon$ aequ. $\frac{+ae \pm 2bi}{-b}$, seu ϵ aequ. $\frac{+a e \pm 2bi}{(\pm) a + b}$.

Aliter: multiplicetur posterior aequatio per $+a$ et addatur priori,

20 fiet: $\frac{+a y}{+b}$ aequ. $2ae \pm ai$, seu y aequ. $\frac{\pm a}{a + b}$.

4 hae (1) duae (2) vires duplices. L

6 assurgere (1) ante (2) possit ante L

13 seu (1) vis

(2) via L

58₁₂. DE CORPORUM CONCURSU SCHEDA DECIMA**Überlieferung:**

- L* Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 90–91. Zwei Blatt 2°, die wohl ursprünglich einen Bogen bildeten; ein Wasserzeichen auf Bl. 91; Papiererhaltungsmaßnahmen. Zweieinhalf vollbeschriebene Seiten auf Bl. 90 r°, 90 v° und 91 v°, die den Text von N. 58₁₁ fortsetzen. Bl. 91 r° überliefert einen gestrichenen Abschnitt von N. 58₈ (S. 615–617). 5
- E* FICHANT 1994, S. 166–171 (mit kommentierter französischer Übersetzung, S. 331–337).

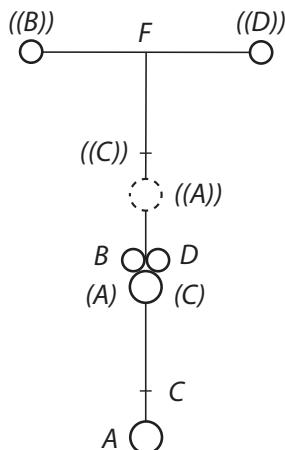
[90 r°] De concursu corporum Januar. 1678 et febr.
Scheda decima

Postquam in praecedentibus schedis in primis octava et nona solida demonstratione nobis satisfecimus, ostendendo quod eadem manente vi necessario etiam eadem maneat via 10 centri gravitatis; unde etiam eandem distantiam manere colligitur, quando corpora vim ictu acceptam perfecte reddunt. Hinc cogitandum esset quid fiat, quando unum corpus incurrit in plura, et plura in unum; tunc enim non aequae determinata sunt omnia ex his duabus regulis, ubi variae tamen ex ratione constitui poterunt aequationes, ut quarum eadem ratio eodem modo tractentur. Agendum et de obliquis percussionibus, ubi nova 15 et subtilissima inquisitio, utrum corpus pelli an circa centrum agi malit. Veniendum et ad percussionses obliquas, item ad concursum corporum solidorum et liquidorum, item duorum liquidorum simul, ut venti et aquae, item de vi Elateriorum. Item de vi quae perditur frictione, in quibus omnibus utilissimae poterunt esse considerationes de servata vi, et de directione centri gravitatis. Huc pertinet et inquisitio de motu projectorum, 20 deque aeris resistantia, quam perfecte determinari posse arbitror. Ut amur semper hac via de motu perpetuo efficiendo, et semper pulchra theorematum detegemus.

Ponamus corpus unum in alia duo impingere, eodemque modo se ad illa duo habere, seu ea duo similiter ad ipsum esse posita, quaerimus tres incognitas, scilicet corporum trium celeritates dato tempore post ictum, sed praeterea et angulos duorum, quorum 25 unus ut alius; sunt ergo quatuor incognitae, imo revera tres tantum, quia celeritas unius

14f. regulis (1) . Verum quaerendum item de percussionibus obliquis. (2) , ubi ante (–) (3) , ubi variae [...] ut quarum (a) eadem (b) eadem ratio, [...] obliquis percussionibus, *L* 20 et de (1) via (2) directione *L* 20 pertinet et (1) ducti (2) inquisitio *L* 23 illa (1) habere (2) duo habere, *L* 24f. corporum (1) | trium erg. | celeritates post ictum (2) trium (a) loca (b) celeritates dato tempore post ictum, (aa) et (bb) sed praeterea et (aaa) angulos; habemus (bbb) angulos duorum, *L*

9 octava et nona: N. 58₁₀ und N. 58₁₁.



[Fig. 1]

excipientium quae alterius; quaeritur ergo celeritas incurrentis simplicis, celeritas unius excipientis, et angulus unius excipientis, quae sunt tria ignota. Sunt vero duae tantum aequationes: aequalitas virium, et aequalis celeritas centri gravitatis. Imo datur non tantum centri gravitatis celeritatis aequalitas, sed et datur ejus angulus, seu locus. Hinc puto plus aliquid duci posse.

(Tota natura est irresistibilis. Hinc et vires eadem servantur, et directio quoque.)

Patet in hoc casu, quia $C(C)$ aequ. $(C)((C))$, duo tantum quaeri $(A)((A))$ et $F((B))$, quia $F((C))$ datur ex data $((A))((C))$ at $((A))((C))$ datur ex data $(A)((A))$ et $(C)((C))$.

Facillimum esse paralogismos committere in hac materia vel hinc patet, ostendimus
10 vim aestimandam ex ductu corporis in quadratum celeritatis, hinc sequeretur[:] si duo corpora quorum magnitudines reciproce ut quadrata celeritatum concurrerent, ea se esse mutuo repulsura, quod tamen non fit; ratio, quia habent quidem eandem vim [accedendi], sed aliud est de vi agendi in se invicem, seu sese propellendi. [90 v°]

2 vero (1) tres (2) duae L 3 et (1) aequalitas (2) processus (3) aequalis celeritas L 3f. tantum (1) aequalitas (2) centri gravitatis celeritatis aequalitas, L 12 ascendendi L ändert Hrsg.

9f. ostendimus [...] celeritatis: Vgl. N. 58₁₀, S. 636.8–637.4.

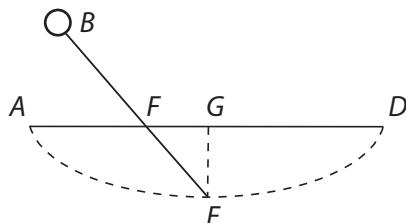
12 [accedendi]: Siehe zu dieser Konjektur N. 58₁₁, S. 650.10–12.

Hoc axioma: Naturam totam esse irresistibilem efficit tum ut vires maneant eaedem, tum ut eadem maneat directio centri gravitatis. Duo enim illa corpora vel plura de quibus agitur, ponendo sola, et ab aliorum in ipsa actione animum abstrahendo, ipsa totam naturam seu quasi Mundum constituunt separatum. Vires autem suas retinet haec machina tota, quia nihil eas imminuit, et directionem etiam retinet in summa, quatenus 5 omnia eandem in summa habent directionem.

Videndum quid fiat in tota natura. Imo in nostro systemate, propositio illa de incremento celeritatis perfecto non potest esse rigorose vera. Praeterea an extra sistema, servanda est quantitas motus? An forte nihilominus fieri potest, ut in toto Mundo quantitas motus servetur[?] An differentia illa quae reperitur motusque vel augmentum vel 10 diminutio in corporibus deprehensa, in aerem vel motorem insensibilem transferatur[?]

Centrum gravitatis tum in plano tum in solido eleganter demonstrari potest, probando a recta seu axe aequilibrii utrinque quantumvis resecari posse. Item in solido esse punctum per quod transiens axis aequilibrii facta inclinatione non variet.

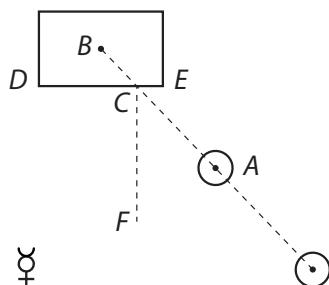
1 *Am Rand:* Percussio videtur esse secundum perpendiculararem, quia pone corpus *B* incurrire oblique in chordam tensam *AD* eamque in curvam *AED* flectere, utique incursus obliquus *FE* tantum flexit ac retendit chordam quantum incursum rectus *GE*, adeoque vis non nisi in perpendiculari aestimabitur. Et idem erit effectus ac si corpus dupli motu ferretur, recto simul et parallelo.



[Fig. 2]

2 vel plura erg. *L* 3 ab erg. *L* 5 retinet (1), quia (2) in summa, quatenus *L*

7f. propositio [...] perfecto: Anspielung nicht aufgelöst.



[Fig. 3]

Si corpus *A* incurrat in corpus quiescens *B*, ita ut linea motus *AC* sit obliqua ad lineam contactus *DE*, directe autem tendat in centrum *B*, quaeritur quis futurus sit eventus. Hinc veras reflexionum regulas discemus nec figmento de compositione motus fidemus. Et ut discamus quid fiat si corpus impingat in aliud immobile, tunc ponamus ipsum excipiens *B* ponderis infiniti. Verum tunc nihil discemus.

Ut rem distinete explicemus, ab incursu puncti in punctum transeamus [ad] incursum lineae in lineam. Ubi quo tollantur difficultates, sic rem concipiemos. Esse corpus *B* sine comparatione longius quam latius, ita ut latitudo haberi possit pro nulla adeoque corpus poterit haberi pro linea, et centrum gravitatis *B* considerari ut in corporis superficie positum. Quod necesse est fingere, ut scilicet simul non solum linea motus obliqui, sed et motus perpendicularis quem continet obliquus in centrum gravitatis tendere intelligi possit, quod effici non potest si corpus crassitatem habeat, ut in figura signi ♀. *AC* linea motus tendit quidem in *B*, centrum gravitatis corporis, sed *FC* perpendicularis ad *DE*, in centrum gravitatis *B* continuata non tendit.

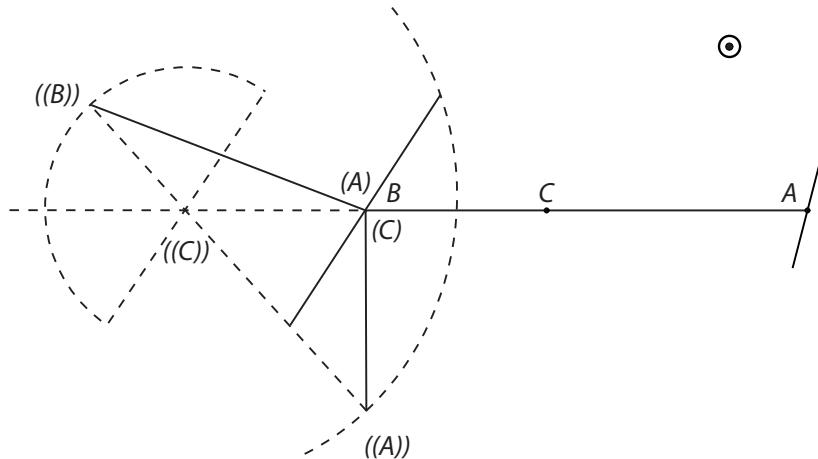
Caeterum ut linea hoc modo in lineam moveri possit, fingemus in fig. ⊙ lineam cuius centrum gravitatis *A* esse in alio plano, et hoc planum tantum secare in puncto *A*, atque ita incurrere in lineam quiescentem majorem se, nempe *B*. Certum est nonnihil debere reflecti *A*, et *B* pergere. Ponamus centrum gravitatis utriusque lineae *C* progredi

1f. corpus *A* (1) oblique (2) incurrat in [...] contactus *DE*, *L* 6 ab *L* ändert Hrsg. 10 simul
 (1) utraque linea (2) non solum linea *L* 11 in (1) perpendicularem (2) centrum *L* 15 in fig. ⊙
 erg. *L* 17 incurrere in (1) corpus quiescens majus (2) lineam quiescentem majorem *L* 18 reflecti
 | corpus gestr. | *A*, *L*

[Fig. 3]: Ein Entwurf hierzu wird nicht wiedergegeben.

12 figura signi ♀: [Fig. 3]. 15 fig. ⊙: [Fig. 4] auf S. 657.

1 Si corpus *A*: Siehe [Fig. 3].



[Fig. 4]

in eadem recta, quod utique indubium ex demonstratis[,] erit ergo primus ejus locus C , secundus (C) coincidens cum (A) et B , tertius $((C))$ et erit $((C))(C)$ aequ. $(C)C$, ne-
cessere est autem tria puncta $((B))$, $((C))$ et $((A))$ esse in eadem recta, et $((B))((C))$ esse
ad $((A))((C))$ ut BC ad AC , id est in reciproca corporum; quod si eadem ante et post
concursum deberet corporum B , A distantia esse, forent rectae $((A))((C))$ et $((C))((B))$
et $((A))((B))$ datae, aequales AC , CB , AB . Hinc jam rectae $[B((B))]$ et $(A)((A))$ debent
esse tales, ut quadratum illius in corpus B junctum quadrato hujus in corpus A , aequatur
quadrato $A(A)$ in corpus A . Ubi si ponamus $((A))((B))$ aequ. AB , seu corporum distan-
tiam manere eandem, et hanc quam dixi ponendo summam quadratorum celeritatum in
corpora ductorum, videndum an possit esse $((B))((A))$ perpendicularis ad corpus B . Sed 10
quia nondum in calculum intravit rectane esset an curva linea, etc., ideo dubito an ex

5

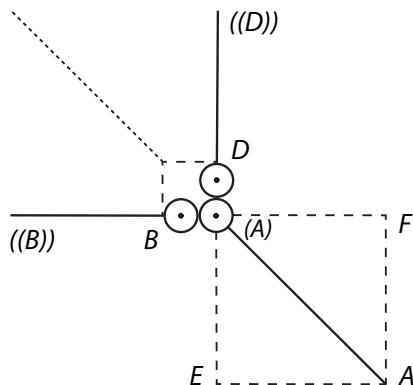
2 Am Rand: (B) et B idem hic in casu quietis B .

2 $((C))(C)$ L ändert Hrsg. nach E, S. 169 3 autem (1) corpora (2) tria puncta L 6 $(B)B$
L ändert Hrsg.

1 ex demonstratis: Der Beweis, dass beim zentralen Stoß zweier Körper die gleichförmige Geschwindigkeit und die Richtung des gemeinsamen Schwerpunkts erhalten bleiben, erfolgte in N. 5811.

solis illis datis res queat determinari. Nota[:] ponenda linea recta A perpendicularis ad rectam AB , alioqui rursus alia oriretur variatio ob duplitem obliquitatem. [91 v^o]

Compositionis motuum arcanum tandem inveni: sint duo globi B, D aequales inter se, et cum tertio A , qui ita in eos incurrit, ut tres globi (A), B, D constituant angulum rectum, et uno adhuc latu accidente, completerent quadratum angulos in eorum centris habens, cuius quadrati diagonalem faciat producta $A(A)$; patet si globum A quasi duobus motibus venisse ponamus, uno $E(A)$, altero $F(A)$, posito $A(A)$ esse diagonalem quadrati FE , ipsum uno quidem motu propulsurum corpus D in ((D)) celeritate $D((D))$ aequ. $E(A)$, altero corpus B in ((B)) celeritate $B((B))$ aequ. $F(A)$, ipsum autem ob aequalitatem amittet suum et quiescat in loco A , unde augetur motus. Quis enim non videt ob aequalitatem corporum, quantitatem motus quae erit post ictum, majorem esse quam quae fuit ante ictum, nempe ut latus duplicatum quadrati ad diagonalem. Verum mirifice evenit, ut nihilominus eadem maneat vires, quia eadem manent quadrata celeritatum



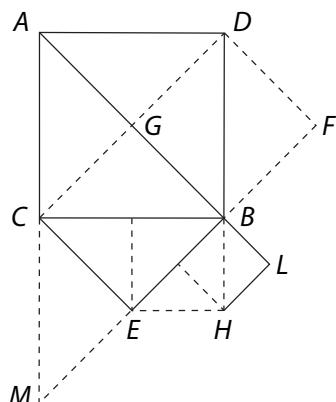
[Fig. 5]

2 Am Ende des Absatzes: Mira res

1 Nota (1) ponendum corpus (2) ponenda linea L 3f. duo (1) corpora (2) globi B, D (a) aequalia
 (b) ejusdem (c) aequales inter [...] tertio A , | et (1) ejusdem (2) (omnes →) erg. u. gestr. | (aa) quod
 (bb) qui L 4 ut (1) tria corpora (2) tres globi L 5f. quadratum (1), cuius quadrata diagona
 (2) angulos in [...] quadrati diagonalem L 6 patet (1) si corpus A qua (2) si globum A quasi L
 9f. ipsum autem [...] loco A , erg. L 10 augetur (1) quantitas (2) motus. L 11 quae (1) fuit
 (2) erit L 12 quae (1) erit (2) fuit L 12 nempe ut (1) summa (2) latus L 12f. Verum
 (1) quod (2) mirifice evenit, ut L 13 eadem (1) manebit (2) manent L

in corpora ducta, nam quadratum a diagonali aequale quadratis duorum laterum simul sumptis. Hinc etsi $A(A)$ linea motus non fuisset diagonius quadrati $D(A)B$, tamen res successisset quamquam alia ratione[:] quia in omni parallelogrammo rectangulo summa a quadratis duorum laterum conjugatorum aequalis quadrato diagonii. Ideo in omni proposita finci potest, salvis viribus, corpus ferri [motu] rectanguli cuiuslibet, cuius diagonium sit recta data.

Hinc mirifica elici potest speculatio: si quamlibet rectam quae latus est unius rectanguli, rursus diagonion facias alterius rectanguli et ita porro, illis tantum exceptis [*Satz bricht ab.*] Determinatum est autem quae sit ratio BL (quae in ipsam BA , sed contrario conatu rursus incidit) ad ipsam BA . Ergo determinavimus conatus in aliqua recta, ex quibus momentis prorsum et retrorsum in eadem recta compositus intelligi possit salvis viribus. Quae valde paradoxa inquisitio est. Sed tunc etiam patet, quasvis alias motus compositiones salvis viribus non posse admitti, nisi reapse duplices impulsus deprehendantur.



[Fig. 6]

1 ducta, (1) id est (2) nam L 2 $A(A)$ (1) recta (2) linea L 5 ferri (1) motu dia (2) | motu erg. Hrsg. nach E, S. 171 (a) parallelogrammi (b) rectanguli L 7f. est (1) parallel (2) ad (3) rursus alterius (4) unius rectanguli, [...] alterius rectanguli L 8–12 ita (1) in infinitum, (2) porro, illis tantum exceptis [*Satz bricht ab.*] (a) Sed hinc facile colligi potest considerandum esse rectangulum aequilaterum ABM , et fingendum quasi corpus tenderet a B versus A celeritate (aa) BM (bb) AM (cc) MA , et retrorsum tenderet. (b) Determinatum est [...] Ergo determinavimus (aa) quis sit (bb) conatus in [...] ex quibus (aaa) conatibus (bbb) momentis prorsum et retrorsum (aaaa) compositus intelligi possit (bbbb) in eadem [...] salvis viribus. L

[Fig. 6]: Das Dreieck BLH hat Leibniz schließlich gestrichen.

[Neben dem Diagramm:]

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & BA & & & \\
 & & \overbrace{BC} & & \overbrace{BD} & & \\
 & BE & & BG & & & \\
 \overbrace{BH} & \overbrace{\frac{BC}{2}} & \frac{BA}{2} & \frac{BA}{2} & & & \\
 [BL] \overbrace{\frac{BE}{2}} & \overbrace{\frac{BE}{2}} \overbrace{\frac{BA}{4}} & & & & & \\
 \underbrace{} & & & & & &
 \end{array}$$

6 - BL L ändert Hrsg.

59. QUOMODO INVENIRI POSSIT LOCUS DUORUM GLOBORUM POST ICTUM
OBLIQUUM

[Februar 1678 – 1686]

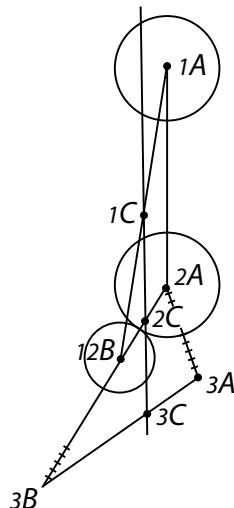
Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 12, 2 Bl. 18. Ein Blatt 8°; Papiererhaltungsmaßnahmen; unterer und linker Rand beschnitten. Eine Seite auf Bl. 18 r°; Rückseite leer.

Datierungsgründe: Der im vorliegenden Stück skizzierte Ansatz zur Bestimmung der Geschwindigkeiten zweier Körper nach ihrem schießen Stoß beruht auf den in *De corporum concursu, Scheda octava* 5 (N. 58₁₀) erstmals gesicherten Grundsatz der Erhaltung der Kraft (als mv^2). Leibniz beruft sich in N. 59 nicht ausdrücklich auf diesen Grundsatz, setzt ihn aber in der letzten Gleichung des Stücks ein. Daher muss N. 59 nach *De corporum concursu*, also ab Februar 1678, entstanden sein. Zugleich wirkt N. 59 im Vergleich mit dem weit ausführlicheren und differenzierteren Konzept zum schießen Stoß N. 60 wie eine Skizze. Letzteres Stück entwickelt den in N. 59 im Keim enthaltenen Ansatz, aus dem Satz der 10 Krafterhaltung die Kinematik eines einfachen Falls von schießen Stoß herzuleiten, weiter. Noch raffinierter verfährt Leibniz in Stücken wie N. 65₂ und N. 66, deren Datierung (1686 bis Oktober 1687) einen Terminus ante quem für N. 60 wie auch für N. 59 bietet. Demnach muss Leibniz sowohl N. 59 als auch N. 60 zwischen Februar 1678 und 1686 verfasst haben, wobei N. 59 aus den genannten Gründen vor N. 60 entstanden sein muss. Eine genauere Datierungsspanne lässt sich nach heutigem Kenntnisstand 15 nicht angeben.

[18 r°] Globus A, tendens linea $\alpha A \beta A$, ad βA , incidit in globum B quiescentem in αB , quaeritur locus αA et locus αB , ubi post ictum erunt A, B, tempore eodem quo ante ictum A venit ab αA ad βA .

17 [18 r°] (1) Corpus (2) Globus L 18 locus αB , (1) qui perve (2) ubi post L 18 A, erg. L
18 tempore (1) aequali (2) eodem L



[Fig. 1]

Sit centrum gravitatis commune, id initio sit in $1C$, momento ictus sit in $2C$, tandem post ictum eodem tempore perveniat in $3C$, utique $1C$, $2C$, $3C$, sunt in directum, seu cadent in eandem rectam, et $1C2C = 2C3C$. Rursus corpus B quiescens ibit in recta $2C12B$ cuius daretur quantitas, etiam $3A$ dabitur. Nam jungatur $3B3C$, et continuetur. Erit $3A$ in recta $3B3C$, praeterea $3A3C$ erit ad $3B3C$, ut B ad A , seu $1A1C$ ad $12B1C$. Itaque habebitur ipsum punctum $3A$, sed oportet esse $qu(12B3B) + qu(2A3A) = qu(1A2A)$. Hinc determinabitur recta $12B3B$.

Si globi forent aequales, caderet $2C$ in punctum contactus, nunc cadit citra.

1 commune (1) C , id post ictum (2) id L 2 directum, (1) et (2) seu L 4 etiam (1) caetera darentur. Assumatur (2) $3A$ dabitur. (a) Est (b) Quia tri (c) Haec ita assumi debet (d) Quoniam (3) Nam L

6 $qu(12B3B) + qu(2A3A) = qu(1A2A)$: Da Leibniz allem Anschein nach vom Grundsatz der Erhaltung der Kraft (mv^2) ausgeht, müssten in der Gleichung auch die unterschiedlichen Massen der Körper A und B berücksichtigt werden.

60. CORPORUM CONCURSUS CASUS ALIQUI FACILIORES

[Februar 1678 – 1686]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 21 Bl. 5–6. Ein Bogen 8°; alle Ränder bis auf den oberen beschnitten. Dreieindreiviertel Seiten.

Datierungsgründe: N. 60 untersucht der Reihe nach verschiedene „noch nicht vollständig geklärte“ Fälle der Stoßlehre, wie den mittelbaren geraden und den schiefen Mehrkörperstoß. Ausgangspunkt ist 5 der einfache Fall des geraden zentralen Stoßes zweier Körper, den Leibniz auf der Grundlage zweier für gewiss erachteter Prämissen zu bestimmen vermag: „Tanquam certissimum autem assumo eandem in natura servari quantitatem virium, item eandem servari quantitatem directionis“. Diese Grundsätze hatte er erstmals in den letzten Abschnitten von *De corporum concursu* vom Januar–Februar 1678 (N. 58) beweisen können, das also als sicherer Terminus post quem für N. 60 gelten darf. 10

Ein Vergleich mit zwei Stücken aus dem Zeitraum 1686 bis Oktober 1687, die verwandte Themen behandeln, ermöglicht, die Entstehung von N. 60 weiter einzukreisen. In der Aufzeichnung N. 652 und dem Konzept N. 66 bespricht Leibniz den schiefen Mehrkörperstoß eingehend und auf weitaus differenziertere Weise als in der Passage auf S. 664.13–666.11 von N. 60. Zudem ist N. 60 als Sammlung verschiedener Stoßfälle aufgebaut, von denen einige erstmalig im Licht des Satzes der Krafterhaltung analysiert werden 15 sollen, während Leibniz im Konzept N. 66 eine möglichst vollständige Darstellung der Stoßarten sowie ihre Herleitung aus allgemeinen Grundsätzen anstrebt, dabei eine Fülle an bereits gewonnenen Erkenntnissen ordnet und ein hohes Maß an Systematizität erzielt. Deshalb kann bei N. 60 von einer Entstehung vor N. 652 und N. 66, also spätestens um 1686, ausgegangen werden.

Ebenfalls auf den Zeitraum Februar 1678 bis 1686 datierbar ist die Aufzeichnung N. 59, die allerdings im Vergleich mit dem strukturierten Konzept N. 60 viel einfacher und fast skizzenhaft wirkt. Der dort eingeführte Ansatz, den schiefen Stoß auf der Basis des Satzes der Krafterhaltung zu bestimmen, wird in N. 60 weiterentwickelt. Dieser Umstand lässt auf die Entstehung von N. 60 nach N. 59 schließen. Eine genauere Datierungsspanne lässt sich nach heutigem Kenntnisstand nicht angeben. 20

[5 r°]



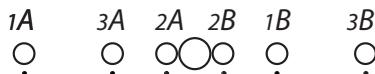
[Fig. 1]

25

Cum variis casus circa corporum concursus proponi possint, in quibus nondum omnia sint liquida[,] utile erit eos diligere ante omnia, qui prae caeteris sunt faciliores, unde paulatim ad caeteros fiat progressus. Tanquam certissimum autem assumo eandem in natura servari quantitatem virium, item eandem servari quantitatem directionis. Hinc

si duo corpora aequalia et similia concurrent in eadem recta generaliter ajo permutari celeritates.

Ita enim quam minima est mutatio, ita ut priora a posteriori[bus] discerni non possint. Idem fore arbitror, si corpus quodcunque aequale vel inaequale, mobile vel firmum[,] modo simplex aut ex pluribus compositum inter duo corpora sit interjectum, modo sit rigidum: ut



[Fig. 2]

Hinc etiam si plures globi in directum positi aequales, in alios globos plures in directum positos ingruant, similis fiet permutatio.

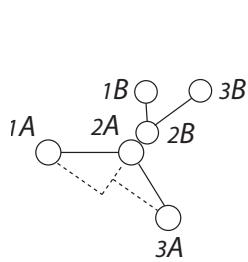


[Fig. 3]

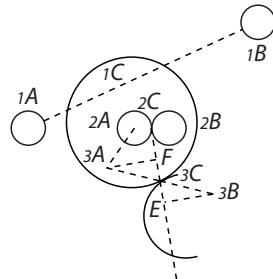
Quodsi numerus globorum aequalium concurrentium sit inaequalis[,] videamus quid
10 sit dicendum? Dico in conflictu non amplius spectari societatem, aut quae cum quibus
venerint, modo possit obtineri permutatio, ita in apposito casu cum *AB* simul venerint
et *C* solum, post conflictum *A* solo relicto *B* se adjungit ad *C*, et cum eo reflexo pergit.

[5 v°] In obliquis concursibus manifestum est permutationem obtineri non posse, ut
omnia sint quemadmodum ante concursum.

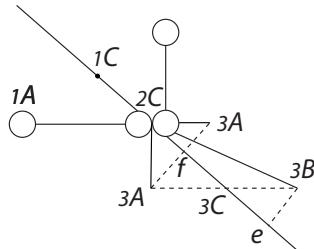
1 similia (1) figur (2) concurrent (a) generaliter puto ipsa permutare (b) in eadem recta generaliter
(aa) puto (bb) ajo *L* 3 posterioris *L ändert Hrsg.* 4f. firmum (1) inter (2) modo (a) durum
seu rigidum inter (aa) duos (bb) duo (b) simplex *L* 5 sit (1) interpositum (2) interjectum, *L*
8 ingruant, (1) post (2) similis *L* 8f. permutatio. (1) Quodsi plures g (2) Quodsi (a) plures globi
inaequales (b) numerus *L* 12 conflictum *A* (1) solum unum relictum (2) solo relicto *L* 13 est
(1) nulla (2) permutationem *L*



[Fig. 4]



[Fig. 5, gestr.]



⊕ [Fig. 6]

Examinare etiam operaे pretium est quid fiat si corpus unum incurrat in alterum,

1 Am Rand, nachgetragen: ad Fig. ⊕ [= Fig. 6]

$${}_2C {}_3C = c, {}_3C f^{[a]} = {}_3C e^{[a]} = m$$

$${}_3A f = {}_3B e = n$$

$$\overline{{}_2C {}_3A}^2 = c^2 - 2cm + m^2 + n^2$$

$$[\overline{{}_2C {}_3B}]^{[b]} = c^2 + 2cm + m^2 + n^2$$

$$\left. \begin{aligned} {}_1A {}_2C^2 \\ {}_1B {}_2C^2 \end{aligned} \right\} = (2)c^2 + (2)m^2 + (2)n^2 = vv \text{ seu } = (2)\overline{{}_2C {}_3C}^2 + (2)\overline{{}_3C F}^2 [c] + (2)\overline{{}_3B E}^2$$

Videamus jam an possit cadere ${}_3A$ in rectam ${}_1A {}_2A$, seu angulum ${}_2C {}_3A$ ad ${}_1C {}_2C$ esse datum, seu dari rationem $\sqrt{c^2 - 2cm + m^2 + n^2}$ ad $c - m$, seu rationem n ad m unde patet progredi A trans ${}_2A$ quod videndum an possibile.

[a] e, f : Leibniz verwendet für die Punkte e und f große wie kleine Buchstaben. [b] ${}_2C {}_3B$ L ändert Hrsg. [c] $(2)\overline{{}_3A F}^2$ L ändert Hrsg.

sic ut et alterum moveatur linea equae motus sint obliquae; et tamen, vicissim alterum non incurreret ipsi, incurrit enim quod ab altero etiam quiescente impeditur, fieri enim potest, ut A incurrat in B , at B tantum raderet A , si quiesceret. Videndum est an hoc casu non tantum ipsius B , sed et ipsius A linea directionis a priore divergat. Quaeramus rem ex generalibus principiis servatae quantitatis motus, et servati centri gravitatis. Habemus loca ${}_1C. {}_2C. {}_3C$. Quaeritur unum adhuc ut ${}_3B$, quo dato statim habebitur et ${}_3A$, jungendo ${}_3B{}_3C$ et producendo in ${}_3C{}_3A = {}_3C{}_3B$. Sumto ergo ${}_3B$ pro arbitrio, unde in productam ${}_1C{}_3C$ ducatur perpendicularis ${}_3BE$, et jungatur ${}_2B{}_3B$, id est ${}_2B{}_3[C][,]$ habeo enim A et B quasi pro punctis. Similiter, sit ex ${}_3A$ in CC perpendicularis ${}_3AF$, et jungatur ${}_3A{}_3A$ seu ${}_2C{}_3A$, debet (ob corpora A et B aequalia) $\sqrt{{}_1A{}_3A}^2 + \sqrt{{}_2B{}_3B}^2$, esse aequalia $\sqrt{{}_1A{}_2A}^2 + \sqrt{{}_1B{}_2B}^2$. Sunt autem ${}_2A{}_3A$ et ${}_1B{}_2B$ aequales. Cum autem hoc modo calculandi corpora ut puncta considerando, perinde sit ac si utrinque sit concursus, an vero ab altera parte tantum rasio, et licet corpora deinde substituamus tamen quia regula servatae in summa directionis non multum abludit, manifestum est etiam corpus quod radi tantum videtur[,] simul abripi, quia revera compressione [6 r°] fit, ut non tantum radat, sed et in alterum subingrediatur, unde utique confirmatur omnia rigida debere flexilia esse licet insensibiliter.

Sed hinc consideranti tamen dubium occurrit, an non consideratio corporis ut punctum nimis recedat aut an non regula illa hoc modo evertatur, de linea impressionis in ictu semper sumenda in perpendiculari. Nam hoc posito videtur necessario in casu rationis linea reflexionis ipsius A esse ipsa linea incursionis, nam si incursum ipsius B in A pro ratione sumamus utcunque exiguum, id propemodum fiet. Haec igitur faciunt, ut illa regula in dubium revocanda videatur.

23 *Am Ende des Absatzes zwischen den Zeilen:* Imo jam video naturam rei prospexit, et haec minime pugnare, ideo enim per sola puncta determinari non potest motus.

8 ${}_2B{}_3B$ L ändert Hrsg. 9 ${}_3AF$, et | et streicht Hrsg. | jungatur L 10 seu ${}_2C{}_3A$
erg. L 11 aequales. (1) Problema igitur sic apte solvetur: fiat triangulum rectangulum LMN ,



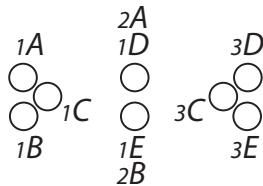
Fig. 7] (a) eritque (b) ita ut sit LN sit aequ. ${}_1A{}_2C$, et (2) Cum L 13 regula
(1) servatura (2) servatae L 16 utique (1) ex resu (2) confirmatur (a) dura (b) omnia L
17f. insensibiliter. (1) Si plura | duobus erg. | conjungantur corpora aequalia duae regulae nostrae ad
determinandum non sufficiunt (2) Sed hinc L 18 dubium (1) incurrit (2) occurrit L 19 recedat
(1) nam revera si (2) aut L 19 impressionis (1) semper sumen (2) in L 22f. ut (1) linea
(2) illa L

Si plura sint corpora quae concurrant, licebitne problemata ita solvere, ut in singulis paribus quam maxime licet eadem servetur quantitas virium et linea directionum, et annon plus favendum sit uni pari quam alteri videndum est et in summa dispiciendum quomodo res possit dirigi, ut omnia quoad licet sint prioribus similia. Videamus quomodo ex principio similitudinis demonstremus quae ex duobus aliis demonstravimus[,] ex principio servandae potentiae et directionis, etiam pro duobus inaequalibus; ut principium quoque similitudinis ad plura propagemus.

Multum ergo adhuc absumus a perfectione. Videtur tamen utique ratio habenda superficiei excipientis, non solum potentiarum [6 v°] et centrorum. Quamdui tamen punctis tantum pro corporibus utimur, minus turbant.

5

10



[Fig. 8]

Si $1A1B1C$ incurrat in $1D1E$ quiescentia, videtur $2A$ et $2B$ succedere in locum $1D1E$, et CDE simul ire, ita enim omnia fiunt, ac si nullus fuisset incursus, at hoc tamen non videtur locum habere posse sed potius D et E procedere in linea per centra $2C$ et $1C$ transeunte. Similesque fingi possunt casus, ne scilicet nimium tribuamus primis illis congruentiis quae in simplicioribus casibus observantur.

15

Videndum et variis modis quid fiat si corpora duo mobilia per unum immobile inter se communicent, et in primis si incursus in immobile sint obliqui, quae quidem omnia ex solis duobus principiis nostris poterunt determinari. Ex iisdem etiam determinari potest, quid fiat si plura duobus corpora assumantur, v.g. tria, sed ita ut duo ex illis tractari debeant eodem modo ut in proximo exemplo A et B , item D et E . Imo fieri potest ut 20 tria, vel quatuor tractari debeant eodem modo, quibus casibus semper solutio habetur.

1 corpora (1), licebit ne (2) quae L 1f. ut (1) si (2) in singulis singula serv (3) in singulis L
2f. directionum, (1) quod cum (a) liceat (b) non liceat (2) et annon L 6 directionis, (1) ut
possumus (2) etiam L 9 solum (1) magnitudinis (2) potentiarum L 11 quiescentia erg. L
12 fuisse (1) mutatio (2) incursus, (a) sed (b) hinc (c) at hoc L 16 si (1) corpus (2) corpora L

61. DE AEQUILIBRIO IN CORPORUM CONCURSU

[1680 (?) – 1685 (?)]

Überlieferung:

- L* Notiz: LH XXXV 9, 16 Bl. 6. Ein Zettel (etwa 9 x 5 cm); rechter und unterer Rand beschnitten. Eine Seite auf Bl. 6 v°; auf Bl. 6 r° Zeilenanfänge eines abgeschnittenen Texts von Leibnizens Hand: *Weilen ich v(–) [/] aestimation ein (–) [/] Hertze von der (–) [/] mir den gefallen (–) [/] dieß werck zu be(–) [/] nehmen, mithin (–) [/] in einigen fällen (–) [/] von den Rechnun(–) [/] richtung geben, (–) [/] tieffe zum Schluß g(–) [/] oder doch in den(–) [/] Cammer gelangen (–).*

Datierungsgründe: Anlass zur vorliegenden Notiz N. 61 gibt die Feststellung, dass der direkte zentrale Stoß zweier elastischer Körper, deren Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Massen (*magnitudines*) verhalten, dem Zustand des Gleichgewichts in einem statischen System entspricht. In einem solchen Stoßfall verhalte es sich nämlich sowohl mit den „lebendigen“ wie mit den „toten“ Kräften gleichermaßen. (Beim Gleichgewicht einer Balkenwaage sind es indes nur die „toten Kräfte“, die sich balancieren, d.h. bloß die Drehmomente). Hierfür gibt Leibniz die Begründung ab, dass die zwei sich stoßenden Körper „am Anfang lediglich mit ihren toten Kräften gegeneinander kämpfen, obwohl sie auch lebendige Kräfte besitzen,“ könnten doch diese letzteren nicht „augenblicklich“ wirken.

Die Unterscheidung von *vis viva* und *vis mortua* lässt sich bei Leibniz nach heutigem Kenntnisstand bis in die Pariser Zeit zurückverfolgen (vgl. *LSB* III, 1 N. 25, S. 107; 109 f.; VIII, 2 N. 9, S. 119.4; N. 12, S. 134.4–7; N. 18, S. 162.4–8; siehe ANTOGNAZZA 2009, S. 314, Anm. 94.) Das Textfragment auf der Vorderseite – vermutlich ein Briefentwurf, der in Zusammenhang mit Leibnizens Bergwerkunternehmungen im Harz gestanden haben könnte (vgl. das ähnlich anlautende Promemoria vom September 1686 für das Bergamt zu Clausthal, *LSB* I, 4 N. 245, S. 284.7–8) – schließt jedoch eine Entstehung der vorliegenden Notiz vor Leibnizens Rückkehr nach Deutschland Ende 1676 aus. Ferner ist bekannt, dass Leibniz nicht sofort nach seiner Entdeckung des Kraftmaßes *mv*² Anfang 1678 begonnen hat, dieses systematisch als „lebendige Kraft“ zu bezeichnen (siehe FICHANT 1994, S. 64). Vielmehr gewann das Begriffspaar *vis viva* / *vis mortua* vorwiegend in späteren Jahren an Bedeutung, als Leibniz seine Kräftelehre ausbaute. In Druckschriften tritt es nach heutigem Wissensstand erstmals im *Tentamen de motuum coelestium causis*, § 10 auf (AE, Februar 1689, S. 87f; *LMG* VI, S. 153; siehe BERTOLONI MELI 1993, S. 100 f.). In der handschriftlichen Überlieferung kommt es besonders häufig im Briefwechsel der Jahre 1675–1677 zwischen Leibniz und D. Papin vor, in dem sich um die *force vive* und *force morte* ein reger Meinungsstreit zwischen beiden Gelehrten entwickelt. Die Unterscheidung wird dort in Leibnizens Brief an Papin vom 17. November 1695 eingeführt, und zwar wieder im Zusammenhang mit der Deutung des elastischen Stoßes als Gleichgewichtszustand (vgl. *LSB* III, 6 N. 172, S. 540.15–22; siehe auch den Brief an G. F. de l'Hospital vom 4./14. Dezember 1696: III, 7 N. 56, S. 215.14–18).

Bereits im Laufe der 1680er Jahre finden sich aber im Nachlass Texte, die Verwandtschaft mit der vorliegenden Notiz N. 61 aufweisen. Dies trifft etwa auf die in diesem Band edierten Entwürfe N. 21 (Ende Januar 1683 [?] bis Juli 1686 [?]), N. 68 (Herbst 1688) und N. 66 (1686 [?] bis Oktober 1687; vgl. dort bes. S. 730.5–733.4) sowie vorwiegend auf den Entwurf *LSB* VI, 4 N. 379 zu, der mutmaßlich im Winter 1689/1690 verfasst wurde (die Datierung beruht auf der Feststellung, dass der Entwurf inhaltlich Leibnizens Konzeption der Dynamik, wie sie im Laufe der Italienreise Gestalt angenommen habe, voraussetzt; ebd., S. 2077.12–14). Die Begriffe *potentia viva* / *potentia mortua* werden auch in diesem letzteren Text

im Zusammenhang mit dem Stoß zweier elastischer Körper, deren Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Massen verhalten, eingeführt und erläutert (ebd., S. 2077.23–2078.9). Die anschließende Ausführung über das Zusammenspiel der „lebendigen“ und „toten“ Kräfte beider Körper unmittelbar nach dem Stoß (ebd., S. 2078.11–31) entfaltet einen ähnlichen Gedanken wie den, den Leibniz am Ende von N. 61 als Begründung andeutet.

Ausschlaggebend für die Datierung der vorliegenden Notiz dürfte trotzdem sein, dass die Annahme, von der N. 61 unmittelbar ausgeht, sich auch für die Aufzeichnung N. 62 als grundlegend erweist: nämlich, dass die Gesetze des Gleichgewichts sich auf den Fall des Stößes übertragen ließen. Das Begriffspaar *vis viva / vis mortua* tritt in N. 62 freilich nicht ausdrücklich auf, die Unterscheidung „lebendig / tot“ wird dort aber auf verwandte Begriffe angewendet (*impetus, conatus*; vgl. S. 671.1–6). Auch der in N. 61 abschließende Gedanke – im ersten Augenblick nach dem Stoß „kämpfen“ die zwei Körper gegeneinander lediglich mit ihren toten Kräften, d.h. mit ihren bloßen Bewegungsgrößen – weist Ähnlichkeit mit einer Ausführung in N. 62 auf (vgl. S. 670.18–19). Diese inhaltliche Übereinstimmung lässt die Vermutung zu, dass die vorliegende Notiz N. 61 im Zusammenhang mit der Aufzeichnung N. 62 und somit in demselben Zeitraum entstanden sein könnte, d.h. zwischen 1680 und 1685 (siehe die Datierungsgründe auf S. 670).¹⁵ Weder eine frühere (ab 1677) noch vor allem eine spätere Datierung lassen sich jedoch ausschließen.

[6 v°] Quando duo corpora concurrunt, reciprocis magnitudini velocitatibus[,] in aequilibrio sunt, et perinde res procedit in vi perfecta seu viva, ac in imperfecta seu mortua, impetu acquisito carente. Cujus rei ratio esse videtur, quod etsi vim habeant vivam, tamen non nisi mortua initio collectentur, neque enim alterum in altero effectum vivae potentiae momento imprimere potest, quippe quem ipsummet momento acquirere non potuit.

17 concurrunt, | quoad directionem *gestr.* | reciprocis *L* 18 et (1) tantum praestat | vis *streicht*
Hrsg. | mortua seu imperfecta, (2) perinde res [...] seu mortua, *L*

62. MODUS DEMONSTRANDI LEGES PERCUSSIONIS
[1680 – 1685]

Überlieferung:

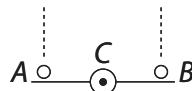
L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 21 Bl. 7. Ein Blatt 8°; Fragment eines Wasserzeichens; Ränder beschnitten; untere linke Ecke ohne Textverlust abgerissen. Zwei Seiten; Textfolge: Bl. 7 v°, 7 r°.

- 5 **Datierungsgründe:** Die titellose Aufzeichnung N. 62 stellt in zwölf „Propositionen“ eine Methode zum Nachweis der Gesetze des direkten zentralen Stoßes dar. Diese beruht letztlich auf der Annahme, dass der Stoß zweier Körper, deren Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Massen verhalten, dem Fall des Gleichgewichts einer Waage gleichgesetzt werden können. Die Aufzeichnung ist auf einem Träger verfasst, dessen Wasserzeichen für den Zeitraum 1680 bis 1685 mehrfach belegt ist. Daraus ergibt sich
10 die vorgeschlagene Datierung. Zur Bekräftigung sei bemerkt, dass N. 62 wichtige Ergebnisse voraussetzt, die Leibniz in seiner Untersuchung über die Stoßgesetze im Textkomplex *De corporum concursu* (N. 58) und insbesondere in der *Scheda VIII* (N. 58₁₀, Januar 1678) erreicht hat. Das sind die quadratische Auffassung der „kinetischen“ Kraft (N. 62, S. 670.18–19, 672.13–16); die Methode der *compositio motuum* zur Berechnung der Stoßfälle, bei denen die Geschwindigkeiten sich nicht umgekehrt wie die Massen verhalten (ebd., S. 673.1–5); das Gesetz der Erhaltung der relativen Geschwindigkeit (ebd., S. 673.6–8).
15

[7 v°] Inveni modum demonstrandi leges percussionis. Atque ita ordior a notis.

1. Si duo pondera *A* et *B* incumbunt brachiis oppositis ejusdem librae *C*, ita ut conatus descendendi sint reciproce ut pondera, erunt in aequilibrio. Ita enim et effectus[,] facti scilicet ex altitudinibus in pondera[,] utrinque aequales orirentur, alterutro vincente.

- 20 2. Idque fiet sive conatus vel velocitates descendendi differant ob distantiam majorem minoremve a centro librae (ut in communi mechanica); sive aliunde, si brachia librae *AC*, *BC* sint aequalia[,] corpora autem *A* et *B* vel alieno impulsu vel jam concepto conatu diversas velocitates habeant.

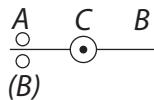


[Fig. 1]

17 duo (1) corpora (2) pondera *L* 18 ut (1) corpora, er (2) pondera, erunt *L* 18–20 effectus (1) . 2. Idque contingit sive (2) facti scilicet [...] alterutro vincente. [/] 2. (a) Idem est (b) Idque fiet sive *L* 20 descendendi (1) sint diversi (2) differant *L* 21 (ut in communi mechanica) erg. *L* 22 vel (1) aliunde vel (2) alieno impulsu vel *L*

3. Idque sive illi conatus aut impetus sint mortui seu infinite parvi paulatim crescentes, si verbi gratia a gravitate propria vel elaterii nunc primum se restituentis impulsu orientur; sive sint vivi, concepti scilicet ex motu aliquamdiu accelerato, ut si duo corpora *A* et *B* ex diversis altitudinibus in bilancem incident, aequali quidem distantia a centro, sed velocitatibus inaequalibus quae sint reciproce ut pondera[,] ponamusque libram plane 5 esse rigidam et inflexilem, sese mutuo impedian.

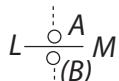
4. Itaque in hoc ipso casu[,] si Elastica esse ponantur[,] ambo [reflectentur] ea celeritate qua venerunt.



[Fig. 2]

5. Idem est si ambo corpora non tendant in easdem partes in oppositis librae brachiis in *A* et *B*, sed tendant in oppositas partes in eodem librae brachio, ita ut *A* et *(B)* sibi 10 occurrant in eadem distantia a *C*, unum descendens alterum ascendens. Si fuisset opus potuissemus prius *A* et *(B)* admoveare in diversis distantiis ejusdem brachii, et tandem venire ad eandem.

6. Et cum hoc modo nihil referat quanta sit longitudo ipsius *CA* vel *C(B)*, patet *CA* vel *CB* plane posse omitti idemque fore si *A* et *(B)* sibi hoc modo[,] interjecto tantum 15 aliquo rigido *LM*, occurrant.



[Fig. 3]

7. Immo quia rigidum illud potest esse utcunque tenuerit, poterit esse infinitesimae magnitudinis, seu nullius, adeoque plane omitti, ac proinde si duo corpora *A* et *B* sibi directe occurrant unum descendendo, alterum ascendendo, sintque velocitates ponderibus reci-

1 Idque (1) si est cona (2) sive illi conatus | aut impetus erg. | sint mortui *L* 4 a centro erg. *L*
7 reflectentur erg. Hrsg. 9 oppositis (1) partibus (2) librae brachiis *L* 10 partes in (1) iisdem
librae brachiis (2) eodem librae brachio *L* 11 unum (1) ascendens (2) descendens alterum ascen-
dens. *L* 11–13 Si fuisset [...] ad eandem. erg. *L* 17f. infinitesimae (1) hoc est (2) magnitudinis,
seu nullius, *L* 18 directe erg. *L*

proce proportionales, sibi mutuo progressum impedit[;] et si sunt elastica reflectentur qua venerunt celeritate. [7 r^o]



[Fig. 4]

8. Idem erit etsi linea descensus ascensusque non sit perpendicularis sed inclinata.



[Fig. 5]

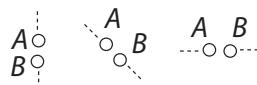
9. Quare idem quoque erit si inclinatio sit quantacunque, adeoque tandem maxima, ita ut linea motus ab horizontali differat minus differentia qualibet data, adeoque haberi possit horizontalis. Itaque si duo pondera *A* et *B* in linea horizonti parallela, vel alia quacunque sibi occurrant directe, ita ut velocitates eorum sint ponderibus reciproce proportionales, mutuo sibi progressum impedit; ac si elastica sint, ea qua venerunt celeritate reflectentur.



[Fig. 6]

10. Brevius ad idem potuissemus pervenire demonstrando immediate propositionem 7 ex principio communi, eo ipso scilicet unde demonstratur prop. 1, nempe quod occurribus sibi directe duobus corporibus extra omnem libram, ita ut unum conetur attollere vel deprimere alterum, aequilibrium sit, si effectus seu altitudines attollendi forent corporibus reciproce proportionales; forent autem eae hic[,] saltem in primo ascendendi conatu, ut celeritates. Itaque hic contingit vires esse aequales, quoad conflictum, si sint reciproce pondera ut celeritates. Idem ergo est secundum prop. 8 et 9 licet lineae [descensuum] aut ascensuum sint utcunque inclinatae donec fiat plane horizontalis.

1 et (1) si elast (2) si (3) si *L* 6 duo (1) corpora (2) pondera *L* 12f. unum (1) descendat, alte (2) conetur attollere vel deprimere alterum, *L* 13 altitudines (1) ad quas (2) attollendi *L*
16 licet (1) pondera (2) lineae *L* 17 descensum *L* ändert Hrsg.



[Fig. 7]

11. Hinc jam porro demonstratur quid fiat in aliis casibus cum corpora duo in plano Horizontali sibi occurrent aliis celeritatibus quam quae sint reciproce proportionales ponderibus[,] ponendo quasi ambo moverentur in navi communi in qua ipsa sibi occurrerent celeritatibus quae sint magnitudinibus reciproce proportionales, reliquam diversitatem exhibendo per motum communem [quem] habent cum navi.

5

12. Idem et ex eo demonstrari potest, quod ictus est idem seu percussio duorum corporum, quando eadem est celeritas appropinquandi, cuicunque demum eorum competat quies aut motus. [Tanta enim vi resistit corpus quiescens ei quod aliquam ipsi vim daturum est, quanta est vis quam accipere debet. Quod tamen ultimum considerandum est paulo accuratius, ut accurata habeatur enuntiatio.]

10

Videndum et an Elastræ diversa, v. g. aeres diverse compressi celeritate diversa restitutionem incipient.

2f. ponderibus (1) cum enim ictus (2) fingen (3) ponendo L 5 quam L ändert Hrsg.
8f. quiescens (1) | aequali erg. | quod dato motu impellere conatur, quantam vim haberet, si jam eum motum accepisset (2) ei quod aliquam ipsi (a) celeritatem (b) vim daturum [...] accipere debet. L
9 ultimum erg. L

8 [Tanta: Die eckige Klammer stammt von Leibniz. 10 enuntiatio.]: Die eckige Klammer stammt von Leibniz.

63. DE CONCURSU SINE ICTU, DEQUE REFRACTIONE

19. (29.) November 1681

Überlieferung:

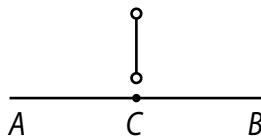
L Konzept: LH XXXV 9, 22 Bl. 1–2. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen auf Bl. 1. Zwei Seiten auf Bl. 1; Bl. 2 leer. Leibniz hat die Passage auf S. 677.5–678.7 in einem weiteren, ebenfalls auf den 19. (29.) November datierten Stück, „De refractione pilae“ (LH XXXV 9, 22 Bl. 4–5) überarbeitet. Das Stück erscheint in einem späteren Band der Reihe.

5

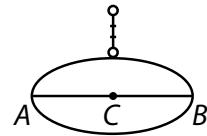
[1 r°]

19. Novemb. 1681.

De concursu sine ictu, deque refractione. etc.

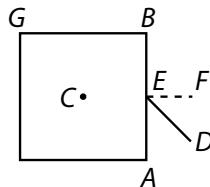


[Fig. 1]



[Fig. 2]

Si corpori AB homogeneo centrum magnitudinis habenti impetus imprimatur directus
in centrum C , omnia ejus puncta ferentur lineae motus centri gravitatis parallela.
Hoc manifestum est, quia nulla est ratio diversitatis.



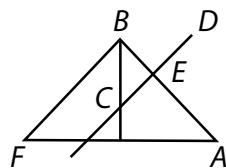
[Fig. 3]

7f. 19. Novemb. [...] etc. erg. L 9 Si (1) rectae AB homogeneae (2) corpori AB homogeneo L 9 centrum magnitudinis habenti erg. L 10 centrum | gravitatis gestr. | C , L 10-S. 675.1 parallela. (1) Lineam autem parallelam intelligo, cum tangentes respondentes sunt parallelae. Impetus impressus intelli (2) Hoc manifestum [...] Impetus autem L

Impetus autem impressus intelligitur secundum perpendiculararem ad superficiem. Ut si impetus directione DE imprimatur quadrato AG , in puncto E , medio lateris $[BA]$, tunc licet recta DE continuata non perveniat in centrum quadrati, tamen, quia angulus est obliquus, et impressio in perpendiculari FE facta intelligitur quae continuata ad centrum pervenit; ideo impressio in centrum gravitatis directa videtur.

5

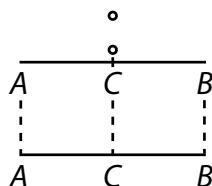
Igitur si impetus corpori impressus intelligatur in puncto ubi perpendicularis ad planum tangens producta in centrum gravitatis pervenit, impetus in centrum gravitatis directus erit, et contra.



[Fig. 4]

Si corpus homogeneum quidem sit nullum tamen habeat centrum magnitudinis, ut triangulum rectangulum, idem tamen dicendum esse videtur, si animum abstrahamus a 10 resistentia medii. Impetus enim idem aequa omnibus punctis imprimi videtur.

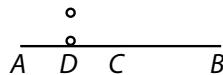
Secus tamen est, si tale corpus feratur in medio resistente[:] tunc enim idem est, an in ipsum quiescens ventus flet motui ejus prius posito contrarius. Is enim potest ita in corpus incidere ut ipsum circumagat.



[Fig. 5]

2 si (1) mobile d (2) impetus L 2 DE L ändert Hrsg. 3 licet (1) angulus (2) recta L 4 et
 (1) vis (2) impressio L 4 intelligitur (1) ideo (2) quae L 5f. videtur. (1) Ideo (2) Igitur L
 6 corpori | aliquo gestr. | impressus L 6 in puncto erg. L 8 directus (1) videbitur (2) erit, L
 10 dicendum (1) erit, (2) esse videtur, L

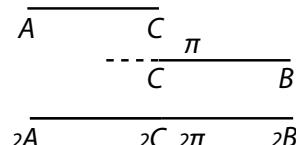
Sed satius erit nondum progredi ad composita nimis et prius lineam rectam homogeneam satis examinare. Cui si impetus imprimatur in puncto medio, utique omnia puncta medio parallela ferentur.



[Fig. 6]

Sed quid si impetus imprimatur alteri cuidam puncto D . Paulo aliter ratiocinandum, et considerandum quo corpus sit majus, hoc ferri tardius. Itaque si ponamus D medium inter A et C , hinc AC celerius utique ferretur; si a CB esset separata, ea autem AC haud dubie ferretur omnibus punctis ipsi D parallelis. Nunc autem cum CB secum abripere debeat, quod motum retardat, ideo AC , celerius progredietur, CB tardius, et remotior ipsius CB pars tardissime. Ita enim impetus ipsius CB , quam celerrime procedendi, quemadmodum fert impetus impressus, effectum suum consequetur, ideo simul et progredietur linea AB , et movebitur circa centrum B . Nam punctum B et alia, cum etiam impetum recipient, nonnihil progredi debent, licet tardius.

Quaeritur determinatio huius motus.



[Fig. 7]

Considerandum autem fore circularem motum eo minorem et parallelum eo majorum quo propius est punctum D puncto C . Solutio huius quaestions ita haberi posse videtur. Ponamus AC procedere, et incidens in CB linea indivisibili ipsum apprehendere vel glutine secumque rapere, et in unum coire[:] primum, centrum gravitatis π commune post concursum eo modo procedet quo ante concursum. Deinde totum moveatur eo modo

1 ad | corpora gestr. | composita L 1f. homogeneam erg. L 2 impetus (1) per (2) imprimatur L 4 D erg. L 6 hinc (1) tota (2) AC L 7 ipsi (1) C (2) D L 9f. procedendi, (1) esse (2) quemadmodum L 14 motum (1) tanto (2) eo L 17 vel glutine erg. L 17 π erg. L 18 Deinde (1) ambo m (2) totum L 18-S. 677.1 eo modo (1) | ex streicht Hrsg. | A (2) in AB , L

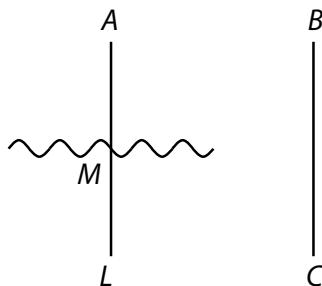
in AB , ut si post progressionem totius aliquam rupto glutine a se invicem liberentur, et unum quodque coepito impetu perget, aggregatum potentiarum [1 v°] aequetur potentiae totius.

Et hinc puto determinari posse quaesitum.



[Fig. 8]

Eodem modo et si ventus impellat corpus AML cujus pars AM sit lignea, ML ferrea[:] etiam inclinabitur in partem [ligneam], quod eodem modo efficietur fingendo ambo ferri suo impetu, quem si solum esset a vento, accepisset et denique in unum coalescere se praetereundo. Manebit via centri gravitatis eadem quae ante; et praeterea angulus quoque, si assumatur aliquis, et post aliquem progressum indefinite parvum rursus a se invicem liberentur[,] et aggregatum potentiae [erit] idem quod ante. Vereor 10 tamen, ut ex hoc aggregato potentiae oriatur aliquid novi, quamquam nova hoc modo oriri videam, in investigatione eorum quae post conflictus contingunt.



[Fig. 9]

Quodsi ponamus stipitem erectum partim in aqua esse mersum, partim in aere extare, et ita moveri ab aliquo verbi gratia si ferreus aut ferro sit circumdatus, a magnete BC attrahi ubi pars LM sub aqua aequa patitur, quam AM supra aquam. Perinde erit, ac 15 si omissa aqua ac magnete partem summersam ex materia proportione graviore, (prout

6 ligneae L ändert Hrsg. 8f. praeterea (1) potentia quoque singulorum (2) angulus L 9 si
 (1) qualis (2) assumatur L 10 sit L ändert Hrsg. 13 stipitem (1) partim (a) int (b) in a
 (2) erectum L 15 BC erg. L 15 ubi (1) impetus (2) pars L 16 magnete (1) corpus
 (2) partem L

aquae resistantia etiam major esset,) esse poneremus quae aequaliter a vento ageretur.
Quod paulo ante explicuimus.

Idem erit etsi *AL* non sit erectus, sed ad aquae superficiem jam inclinatus. Hinc
poterit explicari quid futurum sit, si oblique in aquam incidat baculus, motu partim
5 perpendiculare partim parallelo, per diagonalem, ipse autem baculus seu stipes, sit ad
diagonalem perpendicularis.

Quod si intelligatur infinite parvus, habebitur regula refractionis pro lumine.

64. DE VIRIUM GYRATIONIS AD VIRES PROGRESSIONIS PROPORTIONE

[Dezember 1681 (?) – Februar 1689]

Überlieferung:

L Konzept: LH XLII 5 Bl. 43. Ein Zettel (ca. 10 x 5,5 cm); Wasserzeichenfragment; unterer und linker Rand beschritten. Eine Seite auf Bl. 43 r°; Rückseite nicht zugänglich. Der Zettel ist, zusammen mit LH XLII 5 Bl. 41 und Bl. 42, auf einer leeren Seite von LH XLII 5 Bl. 39–40 aufgeklebt.

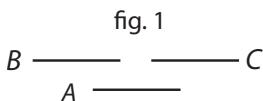
5

Datierungsgründe: Als Terminus post quem für N. 64 dürfte das eigenhändige Konzept „De concursu sine ictu, deque refractione“ vom 19. (29.) November 1681 gelten (N. 63). Darin bietet Leibniz eine geordnete Präsentation verschiedener Ergebnisse zur Fortbewegung und Drehung von (idealisierten) Körpern bzw. Linien beim exzentrischen Stoß, die tlw. von N. 64 vorausgesetzt werden.

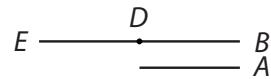
Das vorliegende Stück stellt weitere Fragen über die Phänomene der Bewegung, sowie, darüber hinaus, eine Frage dynamischer Natur: wie das Verhältnis der „vis progressionis“ zur „vis gyrationis“ zu bestimmen sei. Allerdings bleibt diese grundsätzliche Frage in N. 64 offen. Es liegt nahe, diese Untersuchung als einen frühen Keim der Beschäftigung mit der Berechnung der Kräfte beim exzentrischen Stoß anzusehen; in den Vorarbeiten zur *Dynamica* aus der Zeit in Italien wird diese Beschäftigung weitaus systematischer und raffinierter weitergeführt, wofür Prop. 18 des Abschnitts *De concursu corporum* der 15 *Dynamica* (LH XXXV 11, 18B Bl. 207 v°–210 v°) beispielhaft steht.

Daher erscheint eine Datierung nach N. 63 und vor dem Italienaufenthalt, also zwischen Dezember 1681 und Februar 1689, plausibel.

[43 r°]



[Fig. 1]



[Fig. 2]

Si *A* simul incurrat in *B* et *C* eodem modo, tunc eodem modo perget, aut quiescat, aut reflectetur ac si *B* et *C* essent connexa neque enim ulla est causa gyrationis in ipso. Praeterea centrum commune gravitatis ipsorum *B* et *C* etiam eodem modo procedet, ac si essent connexa. Postremo corpus *B* eodem modo movetur ut corpus *C*. Quaedam tamen non habentur determinata, nempe cum corpora *B* et *C* utique gyrationem accipere oportent, quaeritur quod sit centrum gyri, et deinde quae proportio virium gyrationis ad vires progressionis.

24 nempe (1) quod sit centru (2) cum *L*

Si in fig. 2. *A* et *B* concurrent itidem nulla erit ipsius *A* gyratio. Si *A* pertingat ultra *D* medium ipsius *B*, manifestum est gyrationem fieri non posse circa medium ipsius *B*. Si *A* praecise occupet *DB*[,] unam medietatem ipsius *B*, quaeritur an tunc gyratio fiat circa *D* punctum medium ipsius *B*. Quaeritur et an idem fiat sive corpus *A* feriat *DBE*, vel *DB* in *DBE*, sive ejus loco aliud corpus redactum in ejus centrum gravitatis feriens *DB* in medio, ita eodem modo ut *A*. Ita suspicor.

An licebit fingere initio adesse *DB*, mox statim post intervallum temporis exiguum addi *ED*. Si haec via procederet haberetur solutio.

1 erit (1) communicatio | ipsius streicht Hrsg. | *A* (2) ipsius *L* 2 *D erg. L* 3 *DB erg. L*
4 idem (1) sit (2) fiat *L*

65. MOTUUM COMPOSITIONI NON EST FIDENDUM, PRAESERTIM IN
CONCURSU OBLIQUO
[1686 (?) – Oktober 1687]

Die vorliegenden drei Stücke hängen ihrer Entstehung nach eng miteinander zusammen. Es handelt sich um die Aufzeichnungen N. 65₁ und N. 65₂ und um das aus diesen hervorgehende Konzept N. 65₃.

Zur Datierung von N. 65₁ kann zunächst festgestellt werden, dass die Aufzeichnung als Vorlage für N. 65₃ gedient hat. Der Text von N. 65₁ wurde zum Abschnitt auf S. 689.10–690.11 von N. 65₃ ausgebaut. Noch deutlicher ist das Abhängigkeitsverhältnis im Fall des Diagramms von N. 65₁ ([Fig. 1]): Bei der Abfassung des erwähnten Abschnitts von N. 65₃ muss Leibniz sich an der Zeichnung von N. 65₁ orientiert haben, nicht an dem entsprechenden, leicht vereinfachten Diagramm auf dem Träger von N. 65₃ selbst (siehe dort [Fig. 1a]). Denn die Punktebezeichnungen in der Passage auf S. 689.10–690.11 von N. 65₃ stimmen mit [Fig. 1] von N. 65₁ (dort als [Fig. 1b] wiedergegeben) genau überein, während sie von [Fig. 1a] von N. 65₃ abweichen (die überdies erst an einer späteren Stelle des Stücks gezeichnet wurde, 10 als sie erwähnt wird). Damit steht fest, dass N. 65₁ eine unmittelbare Vorlage für die Abfassung des Konzepts N. 65₃ bildete; demnach dürfte es kurz vor ihm entstanden sein.

Bei N. 65₂ liegen folgende Anhaltspunkte für die Datierung vor. Die Aufzeichnung ist auf dem Umschlag eines an Leibniz in Hannover adressierten Briefs eines unbekannten Korrespondenten verfasst. Dieser Umstand schließt zunächst eine Entstehung im Zeitraum Ende Oktober 1687 bis Juni 1690 aus, 15 da Leibniz sich auf Reisen in Süddeutschland, Österreich und Italien befand. Zudem zieht Leibniz in der Aufzeichnung eine Anwendung der „regula alternorum“ oder „alternativorum“ auf das Problem der anteiligen Übertragung der Kraft auf mehrere Körper beim schießen Stoß in Betracht. Er hatte diese Regel im Aufsatz „Demonstratio geometrica regulae apud Staticos receptae“ (*Acta Eruditorum* vom November 1685, S. 501–505) besprochen, den er an zwei Stellen von N. 65₂ ausdrücklich erwähnt, und 20 dessen Veröffentlichung daher einen Terminus post quem für das Stück abgibt. Darüber hinaus gibt Leibniz in der ersten Erwähnung des Aufsatzes ein falsches Datum an: „1686“ statt 1685. Ein solcher Fehler dürfte ihm im Jahr 1685 kaum unterlaufen sein; deshalb kann von einer Abfassung ab 1686 ausgegangen werden. Mit dem Konzept N. 65₃ ist zugleich ein Terminus ante quem für die Entstehung der Aufzeichnung gegeben: N. 65₂, wie bereits N. 65₁, hat als Vorlage für einen Teil von N. 65₃ gedient, 25 nämlich für den Abschnitt über den rechtwinkligen schießen Stoß dreier Körper, zu dessen Beginn Leibniz sich ausdrücklich auf die Ergebnisse einer „separata scheda“ über die Anwendung der „regula alternorum“ auf den schießen Mehrkörperstoß beruft (siehe S. 694.11–697.1). Mit der „scheda“ ist die Aufzeichnung N. 65₂ gemeint, die daher vor N. 65₃ entstanden sein muss. Der für N. 65₂ ermittelte Terminus post quem (1686) gilt wiederum auch für N. 65₃.

Schließlich bieten folgende Überlegungen einen unmittelbaren Terminus ante quem für N. 65₃, der zugleich ein mittelbarer für N. 65₁ und N. 65₂ ist. Das Wasserzeichen in Bl. 98 (Papier aus dem Harz) ist nach heutigem Kenntnisstand ausschließlich für die Mitte der 1680er Jahre belegt. Das Zeichen in Bl. 96 kommt im Leibniz-Nachlass im Zeitraum 1683–1687 häufig vor, unter anderem im Konzept N. 66. Es handelt sich dabei um Papier von der Papiermühle in Sedemünden bei Hannover, dessen Wasserzeichen 35 aus dem gekrönten Monogramm „EA“ (für Herzog Ernst August) und der Jahreszahl „1680“ besteht. Dieses Papier wurde nur ca. zwischen 1680 und 1690 fabriziert; danach wurde die Jahreszahl durch „1690“ abgelöst (das entsprechende Wasserzeichen ist bei Leibniz für die frühen 1690er Jahre belegt).

Da Leibniz von Ende Oktober 1687 bis Juni 1690 sich auf Reisen durch Süddeutschland, Österreich und Italien befand, hat er N. 65₃ aller Wahrscheinlichkeit nach vor Antritt seiner Reise verfasst. Dies wird durch den Vergleich mit dem Konzept N. 66 bestätigt, welches die in N. 65₃ gewonnenen Erkenntnisse in eine Systematik der verschiedener Stoßarten integriert und ihre Herleitung aus allgemeinen Grundsätzen anstrebt. N. 66 ist mit Sicherheit vor Leibnizens Reise entstanden (siehe die Datierungsgründe), was deshalb auch auf N. 65₃ zutrifft.

Daraus ergeben sich die Datierungsspannen 1686 (?) bis Oktober 1687 für die Aufzeichnung N. 65₁ und 1686 bis Oktober 1687 für N. 65₂ und N. 65₃.

65₁. DE MOTU IMPRESSO ET EX GRAVITATE ORTO NON COMPONENDIS
[1686 (?) – Oktober 1687]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 16 Bl. 16. Als Schreibblatt wiederverwendeter Teil eines Briefumschlags (ca. 15 x 6 cm.); alle Ränder bis auf den oberen unregelmäßig beschnitten. Zwei Seiten; Bl. 16 v^o überliefert den Text, Bl. 16 r^o das Diagramm. Rest eines Briefsiegels auf Bl. 16 v^o.

5

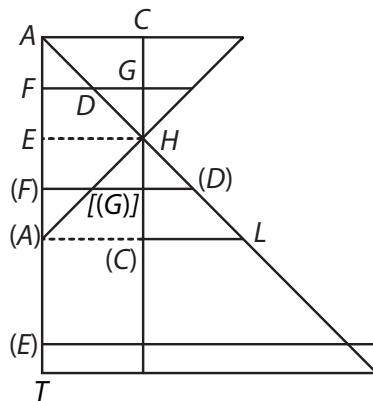
[16 v^o] Videndum nihilne differentiae vel erroris in Galileanis prodeat, supponendo n[on] motus impressi et ex gravitate orti compositionem, sed potius unum contra alterum. Nam si componas sequitur si qua ratione vis a gravitate impressa tolleretur, continuaturum adhuc (post ascensum) motum sursum. Res parallelogrammo et triangulo repraesentabilis; cum tamen debeat tota vis assurgendi a deprimente aethere consumi, quia ab illo 10 etiam inter descendendum data. Semper in obliquo ictu sumendae duae directiones[,] perpendicularis et parallelia, et in sola perpendiculari resistentia[,] seu idem fit ac si ictu esset.

Non videtur compositio Mot⟨us⟩ sola sufficere. Exemplo concursus duorum globorum obliqui, concurrentium in unum ipsi[s] aqualem.

15

6 Videndum (1) nihilque (2) nihilne *L* 6 nam *L ändert Hrsg.* 11 data. (1) Vis (2) Semper *L*
15 ipsi *L ändert Hrsg.*

6 in Galileanis: G. GALILEI, *Discorsi*, Giornata Quarta, Leiden 1638, S. 236–288 (GO VIII, S. 268–313).

[16 r^o]

[Fig. 1]

[Fig. 1]: Leibniz hat den Buchstaben G an zwei verschiedene Punkte vergeben; die Bezeichnung des zweiten Punktes ändert Hrsg.

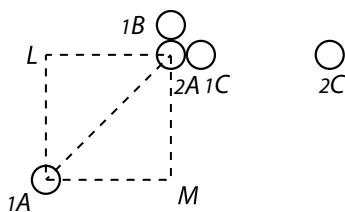
65₂. DE METHODO ALTERNORUM, DEQUE COMPOSITIONE MOTUUM ET
VIRIUM IN CONCURSU OBLIQUO
[1686 – Oktober 1687]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 9, 16 Bl. 17. Ein als Schreibblatt wiederverwendeter Briefumschlag mit unregelmäßigen Rändern (ca. 17 x 12 cm.); Wasserzeichenfragment am Blattrand; geringfügiger Textverlust an den Rändern. Zwei Seiten. Auf Bl. 17 v^o, von Leibniz überschrieben, die fremdhändige Briefanschrift: „A [...] Monsieur [...] Monsieur 5 le Conseiller [...] Leibnitz [...] à [...] Hannover“.

[17 r^o]

$2B \bigcirc$



[Fig. 1]

Si globus A ex loco $1A$ tendat in locum $2A$, ibique incurrat in globos inter se et ipsi priori aequales nempe B et C , pondere pariter et volumine, et ponamus $1B$, $1C$, $2A$ esse horum globorum centra, et $1B2A$, aequalem esse ipsi $1C2A$, angulumque $1B[2]A1C$ esse rectum[,] ajo post ictum corpus A quidem quieturum in loco $2A$ [,] corpora autem B et C

8 Si (1) corpus (2) globus L 8f. incurrat in (1) corpo (2) globos inter se (a) aequales, et singulos ipsius A dimidios, nempe B et C , ita ut ambo B et C simul primo A sint aequales, (aa) tam pond (bb) licet omnes tres inter se volumine aequales sint, (b) et ipsi (aa) globo (bb) priori aequales | pondere streicht Hrsg. | nempe B et C , pondere pariter (aaa) et volumine (bbb) et volumine L 10 1B1A1C L ändert Hrsg.

[Fig. 1]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

recipere impetum, et B quidem ex $1B$ tendere in $2B$, linea $1A_1B_2B$ continuata, celeritate ea qua A tendens ex $1A$ versus $2A$, tendebat simul ex $1A$ versus L , posito $1AL$ esse ipsi $1B_2B$ parallelam. C vero similiter ex $1C$ tendere versus $2C$ celeritate ea qua A tendens ex $1A$ versus $2A$, tendebat simul ex $1A$ versus M , posito $1AM$ esse parallelam ipsi $1C_2C$.

5 Ita enim eadem servatur quantitas directionis et virium; directionis quidem, quia centrum gravitatis commune omnium pergit in linea $1A_2A$ eadem qua prius celeritate. Virium autem, quia si ponamus $1B_2B = 1AL$, et $1C_2C = 1AM$, patet quadr. $1B_2B$ (seu $1AL$) + quadr. $1C_2C$ (seu $1AM$) esse aequal. quadrato $1A_2A$. Ac proinde ambo quadrata celeritatum [post] concursum ducta in cuiuslibet corpus (nempe qu. $1B_2B$ in B , + [qu.] $1C_2C$ in C) aequari quadrato celeritatis ante concursum, in suum corpus (seu qu. $1A_2A$ in A). Hinc patet compositiones motuum in angulo recto praeclare conciliari cum principio aestimandarum virium a quadratis celeritatum seu altitudinibus spatiorum. Non vero cum principio aestimandi per quantitatem motus.

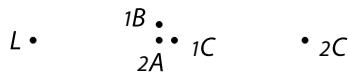
10 [17 v°] Si corpora concurrentia sint inaequalia; eodem modo facile habebitur calculus efficiendo ut tam linea centri gravitatis quam vires serventur; nec refert, etiamsi $1AL$ et $1AM$ sint inaequales inter se.

11–13 *Am unteren rechten Rand, quer zur Schreibrichtung:* NB Hic ostensum quod compositioni motuum non fidendum nisi quat. conciliatur compositioni virium[,] quod fit in angulo recto, et quomodo per methodum alternorum^[a] seu elective concurrentium in angulo obliquo problema solvas.

^[a] per methodum alternorum: Zur Formulierung der „regula alternativorum“ siehe G. W. LEIBNIZ, „Demonstratio geometrica regulae apud Staticos receptae“, in *AE*, November 1685, S. 501–505, hier S. 503–505. Das Stück erscheint in einem späteren Band der Reihe.

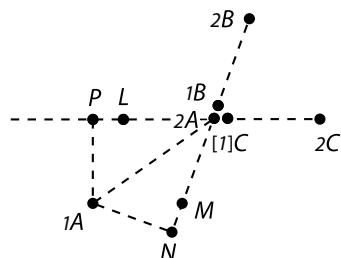
2 posito (1) $1A$ esse ipsi (2) $1AL$ L 3 $1B_2B$ (1) aequalem (2) parallelam L 3 qua A
 (1) ex (2) tendens L 5 enim (1) non (2) eadem L 5 directionis (1) virium (2) et virium; L
 6 omnium (1) eadem vi (2) pergit L 7 patet (1) quadrata (a) rectarum (b) celeritatum (c) $1B$
 (2) quadr. L 8 ambo erg. L 9 ante L ändert Hrsg. 9 qu. erg. Hrsg. 10f. $1A_2A$
 (1) in $1A$ (2) in (3) in A). L 11 in angulo recto erg. L 12 virium a (1) quadrato celeritatum
 seu altitudine (2) quadratis celeritatum seu altitudinibus L 13f. motus. [17 v°] (1) Si corpora
 concurrentia sint inaequalia, vel si celeritat(es) (2) Si corpora L

$2B \bullet$



$1A \bullet$ $M \bullet$

[Fig. 2]



[Fig. 3]

Verum illud plurimum refert, utrum angulus sit rectus. Nam si angulus BAC sit obliquus, tunc quidem directio centri gravitatis servabitur. Sed non potest fieri ut eo tempore perveniant B in $2B$, et C in $2C$, quo A venerat ex $1A$ in $2A$ posito parallelogrammum L_1AM parallelogrammo $2A_2B_2C$ (si $2A$, $1C$, $[1]B$ coincidere ponantur) esse aequale et simile, nam tunc quadrata $1B_2B$ et $1C_2C$ forent utique majora quadrato $1A_1C$, ergo major prodiret vis quam ante[,] quare non tuto fiditur compositioni motuum. Sed res ad aestimationem virium est revocanda. Itaque in MB productam demittatur ex $1A$ perpendicularis $1AN$. Constat $1A$ celeritate $1A_2A$ ipsi $1B$ imprimere celeritatem et directionem $1B_2B$ quae sit aequalis ipsi N_2A , et similiter ex $1A$ in LC perpendicularis ducatur $1AP$. Patet similiter $1A$ celeritate $1A_2A$ ipsi $1C$ imprimere celeritatem $1C_2C$ ipsi $[2AP]$ aequa-

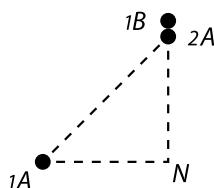
5

1 plurimum | refert streicht Hrsg. | refert, L 2 quidem | servabitur streicht Hrsg. | directio L
 4 $2B$ L ändert Hrsg. 6 quare (1) quadrato virium (2) non tuto L 6 motuum (1), nisi
 (2). Sed L 7 in (1) $1A$ productam (2) MB productam L 10 $1A_1P$ L ändert Hrsg.

10

lem[,] si scilicet singula corpora B vel C sola essent cum corpore A , sed cum nunc ambo a[d]sint foret effectus major causa. Ergo in quantum quadr. $P_2A +$ quadr. N_2A majus est quadrato $1A_2A$ in tantum qu. N_2A erit majus quadrato $1B_2B$, et quadratum P_2A majus quadrato $1C_2C$. Prorsus ut in meo Schediasmate circa planum inclinatum *Actis* Lips. 1686 inserto.

Methodus hic concursuum ut in jure accrescendi, quid scilicet dicendum de duobus quando constat de singulis si sola essent, sed ambo simul sic consistere non possunt, quantitate distribuenda non s(olum cele)ritate.



[Fig. 4]

6 Über dem Text, bezogen auf in jure accrescendi: Simile specimen in *Actis* Lips. dedi, ubi de gravi plana duo inclinata inter se recta premente.^[a]

Darüber, bezogen auf Methodus hic concursuum und auf S. 688.1–2: NB. NB. Non succedit hoc loco.

[a] specimen [...] premente: a.a.O., bes. S. 502–504.

2 absint L ändert Hrsg. 2 quantum (1) quadr. PC + quadr. (2) P_2A + quadr. N_2A L
4f. inclinatum (1) *Actis* inserto (2) *Act* (3) *Actis* Lips. L 6 scilicet erg. L

4f. in meo [...] 1686 inserto: a.a.O., bes. S. 503–505. Der Aufsatz war eigentlich in den *Acta Eruditorum* vom November 1685 erschienen; siehe die Vorbemerkung zu N. 65. [Fig. 4]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

65₃. MOTUUM COMPOSITIONI NON EST FIDENDUM, PRAESERTIM IN
CONCURSU OBLIQUO
[1686 – Oktober 1687]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 94–95. Zwei Blätter 2°, die ursprünglich einen Bogen bildeten; Wasserzeichenfragment in Bl. 94; Papiererhaltungsmaßnahmen; Ränder ausgefranst; geringfügiger Textverlust am rechten Rand von Bl. 94 v° und am unteren Rand von Bl. 95 r° und 95 v°. Vier Seiten.

5

[94 r°] Si corpus grave post descensum reflectatur, ut ea qua venit via iterum assurgat, omnem vim quam descendendo acceperat, iisdem locis ac temporibus retrograde iterum perdit. Et qua corpus ad propositam altitudinem ascendere potest, eadem est cum vi quam descensu acquisivit, atque ascendendo rursus perdit.

Itaque si corpus aliquod balista, mortario vel alio motore linea ad horizontem perpendiculari sursum jaciatur, non putandum est motum esse duplicem contrarium compositum, unum extrinsecus impressum uniformem quo grave ascendit, alterum a gravitate ortum continue acceleratum quo grave descendit, quasi uterque motus servaretur et tantum grave videatur ascendere, quando celerior est impressus, descendere quando celerior esse incipit acceleratus a gravitate. Ita enim si fingeremus vim a gravitate impressam

10

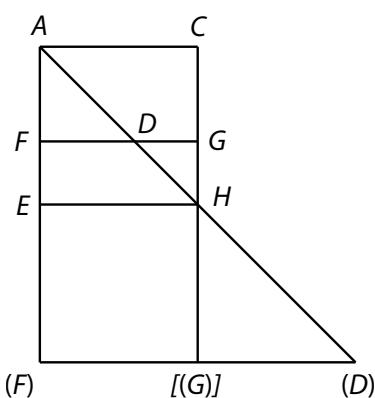
15

7 quam (1) ascendendo (2) descendendo L 8 perdit. (1) Itaque vis (2) Et L 10 aliquod (1) arcu ve (2) balista, L 10 motore (1) perpendicu (2) linea L 11 jaciatur, (1) vis (2) non L 11f. contrarium (1) in unum (2) compositum L 12 extrinsecus erg. L 12 uniformem erg. L 13 servaretur (1) sed (2) et L 15–S. 690.1 enim (1) sequeretur (2) si fingeremus (a) celeritate (b) vim a gravitate impressam (aa) aliquo casu (ut impactu in planum subjectum) extingui, et sursum converti (bb) a DEo (cc) destrui, sequeretur, L

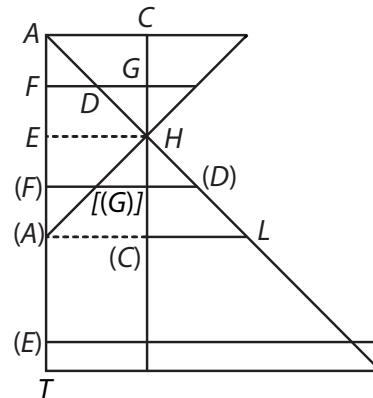
destrui, sequeretur, vim a projiciente impressam quippe adhuc superstitem, grave sursum esse laturam, licet jam descendere inceperit. Praeterea pugnat haec sententia cum potentia, seu virium aestimatione, nullum enim motum admitto, cui non sit suus effectus, et si duo motus contrarii supponerentur inconfusi[,] cum corpus non nisi eorum differentia moveatur[,] utique illi frustra ponuntur, si in aestimationem virium venire non possint. Statuendum igitur non componi hos duos motus inter se, impressum extrinsecum et acceleratum, ita ut neuter alterum destruat, et unusquisque tantum rem suam alteri impermixtus et minime contrarius agat; sed potius motum impressum sursum, a contrariis ictibus aetheris deorsum pellentis, destrui, vi a gravi assurgente amissa in partibus aetheris recepta. Utrum autem ex sententia componentium hos duos motus discrimen aliquod in praxi oriri possit videamus.

1–6 *Am Rand, bezogen auf vis corporis in navi in der Streichung in Variante (bbbb-b), ebenfalls gestrichen: NB*

1 a projiciente *erg. L* 1–6 superstitem, (1) in casu extinctionis solum (2) in casu sursum conversionis cum impetu gravitatis (a) confectam, (b) conjunctam, (3) grave sursum esse (a) port (b) laturum (c) laturam (aa) et ita celerius quam si sola gravitate sursum versa ascenderet, quod tamen (aaa) po (bbb) dici non potest. (bb), licet jam descendere inceperit. Praeterea pugnat (aaa) cum (bbb) haec sententia cum potentia, (aaaa) seu (bbbb) seu virium [...] non nisi (aaaaa) mov (bbbb) eorum [...] ponuntur, (aaaaa-a) cum (bbbb-b) si [...] possint. | (: Operae pretium tamen erit haec cum Hypothesi corporis in navi contra navem moti conciliare (1) :) (2) ita scil. ut si navis in aliquid impingere ponatur vis corporis in navi contraria motui navis motum habentis non sit futura computanda, quia si motus contrarii aequales omnis ejus motus erit quasi destructus :) *gestr.* | Statuendum *L* 6f. extrinsecum et (1) gravis (2) intr (3) acceleratum, (a) im (b) ita *L* 7 destruat, (1) sed (2) et *L* 9 a gravi assurgente amissa *erg. L* 10 autem (1) haec etsi (2) ex sententia *L*



[Fig. 1a, L]



[Fig. 1b, erg. Hrsg. aus N. 651]

In figura ... ponatur tempus AE , celeritas AC , vel FG vel EH , qua grave moveatur sursum; et quovis momento ascensus ut F , sit celeritas FD (ordinata trianguli AEH) qua grave moveatur deorsum; his positis erit DG celeritas residua ascensus, quae in H evanescet. Sequenti igitur tempore $E(A)$ si ambos motus ponamus continuari, motumque sursum repraesentari rectangulo $HE(A)(C)$, deorsum trapezio $E(A)LH$ ((quod est continuatio trianguli AEH , ut inde fiat triangulum $A(A)L$)) patet motum deorsum praevalere, et repraesentari triangulo $H(C)L$, gravi scilicet in momento E rursum descendere incipiente, et triangulum $H(C)L$ per omnia simile esse et aequale triangulo AEH et grave in (A) rursus attingere horizontalem ex qua momento A sursum ascen-

1 ponatur (1) grave ascendere (2) tempus AE , celeritas AC , | vel FG vel EH , erg. | qua L 2 sit erg. L 2f. (ordinata trianguli AEH) erg. L 3 deorsum (1), (2); his positis L 8 incipiente, (1) eadem celeritate (2) et triangulum L 9-S. 692.1 et grave [...] ascenderat. erg. L

[Fig. 1a], [Fig. 1b]: Leibniz hat in beiden Diagrammen den Buchstaben G an je zwei verschiedene Punkte vergeben; die Bezeichnung des zweiten Punktes ändert Hrsg. 1 In figura ...: Die Punkte bei „In figura ...“ dienten wohl als Platzhalter für eine später zu ergänzende Figur. Tatsächlich hat Leibniz [Fig. 1a] erst in der Folge gezeichnet, nämlich neben dem Text auf S. 692.8–13. Mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit orientierte er sich beim Schreiben an der bestehenden [Fig. 1] von N. 65₁, die deshalb hier als [Fig. 1b] ergänzt wird. Davon zeugen die genaue Übereinstimmung der Punktebezeichnungen im Text mit [Fig. 1b] und die Abweichungen von [Fig. 1a]. Siehe die Vorbemerkung zu N. 65.

derat. Et proinde, hoc modo non potest notari error practicus in hac Hypothesi, sed si fingeremus aliam esse proportionem accelerationis, non scilicet uniformem, ac proinde lineam $AD[(D)]$ non esse rectam, sed aliam, verbi gratia parabolicam, vel etiam alterius naturae, quemadmodum revera non foret recta, si poneremus impetum quo gravia descendunt, non uniformiter augeri, sed gravia quo magis ad terram appropinquant, eo fortius attrahi; tunc ista motuum compositio etiam cum experientia pugnatura esset. Si enim figura curvilinea $H(C)L$ minor esset quam figura curvilinea AEH , utique grave minore tempore terram rursus descendendo attingeret quam qua ascendit, abstrahendo licet animum, ab omni resistantia aeris aut simili impedimento, foretque adeo effectus suaee causae inaequalis. Itaque doctrina de Motuum compositionibus non est admittenda, nisi quatenus cum summis potentiarum conciliari potest; alioqui figmenti potius quam realitatis loco habenda erit, si ab ipsa natura non praeitur nobis via. Unde non succedit simpliciter compositio motuum in ictibus obliquis, nisi quando angulus quem duae directiones motuum compositorum faciunt, est rectus. Quemadmodum in separata scheda ostendi, et modum etiam explicui, quomodo sit procedendum, quando ab uno corpore duo impelluntur simul, eodem modo, linea ad utrumque obliqua et inter ipsa media, ex regula scilicet concursus Electivi alternorum. Porro si non fingatur a nobis compositio duorum motuum, sed ab ipsa natura exhibeat, ut si corpus aliquod, verbi gratia navis

4 Am Rand: NB

2 fingeremus (1) grave in momento (A) quo rursus pavimentum attingit ab eo perfecto elastro reflecti, ita ut tempore (a) (A)(E) (b) (A)(E) aequali ipsi AE (2) lineam (3) aliam L 3 ADD L ändert Hrsg. 5 descendunt, non (1) esse (2) uniformiter L 5 gravia | quo erg. | magis L 7 figura curvilinea erg. L 7 figura curvilinea erg. L 10 Itaque | ista gestr. | doctrina L 11 cum (1) potentiss (2) summis potentiarum L 12 loco (1) erit (2) habenda erit (a). Hinc et in n (b). Et quand (c), si L 12 via. (1) Ut (2) Unde L 13 simpliciter erg. L 13 obliquis, (1) nisi (2) si (3) nisi L 15 ostendi, (1) modumque etia (2) et modum etiam L 16 simul (1) eodem modo (2), eodem modo, L 17 alternorum | et erg. u. gestr. | . Porro L 18 ut si (1) navis feratur (2) corpus L

14 in separata scheda: Gemeint ist die Aufzeichnung N. 652; siehe bes. die Randanmerkung zu S. 686.11–13. 17 regula [...] alternorum: Zur Formulierung der „regula alternativorum“ siehe G. W. LEIBNIZ, „Demonstratio geometrica regulae apud Staticos receptae“, in AE, November 1685, S. 501–505, hier S. 503–505. Das Stück erscheint in einem späteren Band der Reihe.

cum corpore aliquo imposito feratur certo aliquo motu, et corpus impositum tamen simul in navi feratur motu contrario, revera duplex erit potentia. Quaeritur autem si navis in aliud corpus impingat, an vis impactus eadem sit, sive corpus in navi positum quiescat, sive peculiari in navi motu cieatur, et dico eandem esse (nisi forte eo momento non cohaereat navi sed in aere saltum exerceat). Causa est, quod si navis ex impactu repellitur, 5 corpus in navi simul etiam repelletur, et praeter suum motum hunc accipiet novum.

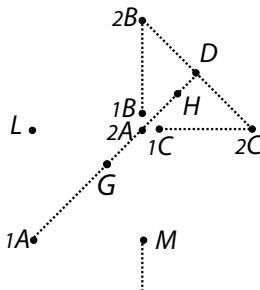
Itaque corpori cuilibet tribuenda erit potentia motrix[:] primum secundum mutationem qua a corporis alterius immediato contactu recedit, si quidem causa recessus sit in ipso, aut in quantum est in ipso; deinde etiam si ut pars consideretur alterius corporis, et cum eo motum habeat communem, praeter eum quem habet in ipso, ut sanguis 10 cum homine, pila in navi decurrentis, cum navi, tunc eatenus etiam ipsi tribuenda est vis motrix in quantum ejus corporis pars est. Et proinde corpori non tribuendus est tantum motus qui agnoscitur contactus immediati mutatione, sed etiam communis; nec tantum tribuendus est ei motus in linea ex motibus illis compositis resultante, ita enim corpori forte tribuenda esset quies, quando forte duos diversos motus contrarios aequales habet, 15 cum tamen duplice modo potentiam exercere possit, sed tribuenda ei utraque potentia est separatim, quia utriusque mutationis ratio in ipso est vel pro toto, vel saltem pro parte.

Caeterum ex his quae de cautionibus circa compositionem Motuum necessariis dividimus, consequens est, ut corrigantur, qui Galileanam doctrinam de Motu gravium oblique vel horizontaliter projectorum, et lineam compositam describentium, demonstrant simplici horum Motuum, violenti et naturalis, [94 v^o] compositione.

2 contrario, (1) dico motum corporis in navi quidem posse suos habere effectus, sed quatenus non motu navis conjunctus spectatur, corpus hoc habendum pro nullo, perinde ac si quiesceret. Itaque si navis impingat in aliud corpus, (2) revera $L \quad 5$ quod (1) corpus illud (2) si navis $L \quad 7$ primum erg. $L \quad 8$ qua a (1) vicini corporis (2) corporis alterius $L \quad 9$ aut (1) qua (2) in quantum $L \quad 9$ etiam erg. $L \quad 11$ tunc erg. $L \quad 12$ in quantum ejus corporis pars est erg. $L \quad 12$ proinde (1) corpus habet (2) corpori $L \quad 15f.$ quies, (1) cum tamen duos diversos motus contrarios habeat, duplice (2) quando [...] duplice $L \quad 20$ Motu (1) projectorum (2) gravium $L \quad 21$ lineam (1) ex mixtura motu (2) compositam L

20–22 qui Galileanam [...] compositione: G. GALILEI, *Discorsi*, Giornata Quarta, Leiden 1638, S. 236–288 (GO VIII, S. 268–313). Leibnizens Kritik richtet sich wahrscheinlich u.a. gegen Wallis' Vorgehen hinsichtlich des „ascensus retardatus“, in *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. X, Prop. III, S. 648–650 (WO I, S. 994f.), und der Wurfbahn, a.a.O., Prop. VIII, S. 658f. (WO I, S. 1001).

Etsi enim hoc per accidens hic eveniat in casu accelerationis uniformis, si tamen acceleratio esset difformis quo casu et linea $AD[(D)]$ velocitat $\langle um \rangle$ (seu incrementorum spatii) ad tempus AE applicatarum, foret alia quam recta, tunc non succeder $\langle et \rangle$ hypothesis compositionis, ut jam notavimus. Itaque recte aliquis apud Wallisium (quem ipse tamen non nominat) invito licet Wallisio motuum compositioni non putat fidendum. Et Tartalea quoque contra alium non absurde disputabat, qui duos motus naturalem et violentum componebat. Forte enim simile quid in mente ipsi fuit. Non ergo putandum est motum violentum componi cum naturali, et videri tantum destrui, quod naturalis fiat semper valentior, utroque revera manente[;] sed potius revera destrui in gravi sive potius amitti, dum in Aetherem occurrentem et ascendentem obnititentem paulatim transfertur.



[Fig. 2]

Denique ut clarius appareat quam non sit fidendum compositioni motuum ostendam succedere consequentias inde deductas, cum angulus directionum diversarum inter se compositarum est rectus, non vero cum est obliquus. Sit rectangulum $L_1A_1M_2A$. et recta L_2A producatur in $1C_2C$, recta vero M_2A in $1B_2B$, sitque $2A_2B$ (vel $1B_2B$) aequalis

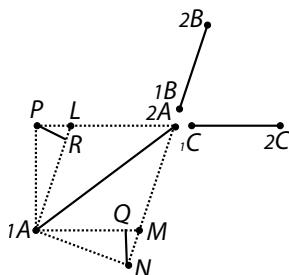
2 difformis (1) aliaque (2) quo casu L 2 ADD erg. L , ändert Hrsg. 3 AE erg. L 3 , tunc erg. L 5f. Et (1) Nicol. (2) quo (3) Tartagli (4) Tartalea L 6 disputabat, (1) quia (2) qui L 8–10 naturalis (1) vi (2) fiat (a) deterior (b) semper valentior, (aa) sed (bb) utroque revera manente, sed potius revera destrui in (aaa) corpore atque (bbb) gravi sive potius amitti, (aaaa) contr (bbbb) dum in (aaaaa) corpora (bbbb) Aetherem L 11–13 ostendam succedere [...] est obliquus erg. L 13 Sit (1) quadratum (2) rectangulum L 14 in $1B_2B$, (1) sintque $2A_2B$ (vel $1B_2B$) et (2) sintque $2A_2B$ (vel $1B_2B$) aequalis L

4f. Itaque [...] fidendum: a.a.O., Pars III, Cap. XIII, Scholium zu Prop. II, S. 693 (WO I, S. 1022).
5–7 Et Tartalea [...] componebat: N. TARTAGLIA, *Nova Scientia* (2. Ausgabe), Venedig 1550, Libro I, Prop. V, Bl. 7 r°.

ipsi M_2A , et recta $\angle A_2C$ (seu $\angle C_2C$) aequalis ipsi L_2A (pono enim $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$, quasi in unum punctum coincidere). His positis si sint tria corpora aequalia A , B , C , et A veniens ex $\angle A$ in $\angle A$, ibique impingens simul in duo B et C quiescentia in $\angle B$, $\angle C$, tunc si A habuit celeritatem et directionem $\angle A_2A$, A quidem quiescat post impactum in $\angle A$, at B accipiet celeritatem et directionem $\angle B_2B$ et C accipiet celeritatem atque directionem $\angle C_2C$, ita ut A , duas habuisse ponatur celeritates atque directiones, unam $\angle AL$, quam tribuit corpori B , quod solum ipsi obstat, alteram $\angle AM$, quam tribuit corpori obstanti C . Id vero pulcherrime consentit cum aggregato virium, tam ante quam post impactum, nam non tantum eadem servatur directio et celeritas centri gravitatis trium corporum communis ante et post impactum, sed et eadem potentia absoluta quae aestimatur quadrato celeritatis ducto in corpus. Nam cum corpora tria sint aequalia, neglig*i* potest molis eorum consideratio, et sufficit considerari quadrata linearum, jam ob angulum $B_2A.C$ rectum, quadratum ipsius $\angle A_2A$ celeritatis ante impactum, aequatur quadratis ipsarum $\angle B_2B$ (hoc est $\angle AL$) et $\angle C_2C$ (hoc est $\angle AM$) celeritatum post impactum, atque ita res pulchre procedit sane, si angulus BAC sit rectus, ut posuimus huc usque.

5

15



[Fig. 3]

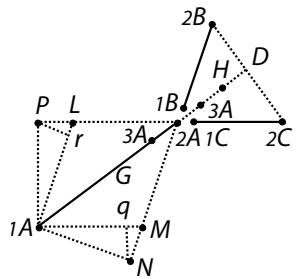
Sed nunc videamus quid fiat si sit obliquus; seu si caeteris positis ut ante, parallelogrammum L_1AM_2A non sit rectangulum, sed obliquum. Si igitur corpus A , habens

3 impingens (1) in duo (2) simul in duo L 4 celeritatem (1) ut $\angle A_2A$, (2) et directionem $\angle A_2A$, (a) habebi(t) (b) A quidem L 5f. $\angle C_2C$, (1) et haec quidem directio motuum (2) ita ut A , L 7 obstanti C . (1) Atque hoc quidem modo pulchre procedit compositio Motuu (2) Id vero L 11 Nam (1) quadratum (2) cum L 12f. ob angulum $B_2A.C$ rectum, erg. L 13f. aequatur (1) quadrato $\angle B_2B$ (2) quadratis ipsarum $\angle B_2B$ L 15 rectus, ut (1) huc (2) posuimus L 17 obliquum. (1) Non poterit (2) Si igitur L

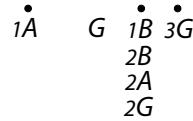
celeritatem et directionem ${}_1A_2A$ det corpori B celeritatem et directionem ${}_1B[{}_2B]$, parallelam ipsi ${}_1AL$, corpori vero C directionem et celeritatem ${}_1C_2C$ parallelam ipsi ${}_1AM$; tunc nego fieri posse ut ${}_1B_2B$ sit aequalis ipsi ${}_1AL$, et ${}_1C_2C$ ipsi ${}_1AM$ quemadmodum videbitur illis, qui motuum compositionem sequentur, quasi scilicet corpus A habere potius natura duplarem celeritatem et directionem, unam, ${}_1AL$, quam det corpori B , alteram ${}_1AM$ quam det corpori C . Nego enim hanc compositionem motuum corporis A , etsi imaginationi satisfaciat, et Geometricis considerationibus, etiam realitati et physicis effectibus posse satisfacere. Ex quo etiam apparet, quantum inter Geometrica seu incompleta, et realia sive physica intersit. Nam non ut in angulo recto LAM paulo ante successerat, ita nunc in obliquo succedere potest, ut quadrata ipsarum ${}_1AL$, (seu ${}_1B_2B$) et ${}_1AM$ (seu ${}_1C_2C$) simul aequentur quadrato ipsius ${}_1A_2A$, quod tamen fieri deberet, quia ante impactum erat celeritas ${}_1A_2A$, post impactum celeritates ${}_1B_2B$, et ${}_1C_2C$. Quid ergo dicemus in hoc casu anguli obliqui, eritne solutio supra scientiae nostrae vires? Non utique; etsi putem eam non fore cujus vis. Sic ergo procedemus, utendo compositione anguli recti, cuius realitatem supra stabilivimus ad solvendam difficultatem obliqui. BM producatur (si opus) in N ubi ei ad angulos rectos occurrat ${}_1AN$ et ${}_1CL$ producatur (si opus) in P ubi ei ad angulos rectos occurrat. Utique manifestum est ex superioribus si sola adessent corpora A et B , corpus A , celeritate et directione ${}_1A_2A$ incurrens corpori B quiescenti in ${}_1B$ perinde ac si haberet celeritates atque directiones ${}_1AN$, et ${}_1N_2A$, daturum ipsi B celeritatem atque directionem ${}_1B_2B$ aequalem ipsi ${}_1N_2A$; et similiter corpus A , celeritate et directione ${}_1A_2A$ (hoc est ${}_1AP$ et ${}_1P_2A$) incurrit soli corpori C quiescenti in ${}_1C$ daturum esse ipsi C celeritatem et directionem ${}_1C_2C$ aequalem ipsi ${}_1P_2A$. Sed nunc cum ambo simul impellantur, B et C hoc fieri non potest nam quadrata ${}_1P_2A$ et ${}_1N_2A$ simul majora sunt quadrato ${}_1A_2A$. An ergo dicemus ${}_1B_2B$, et ${}_1C_2C$ sumendas esse tales, ut sit quadr. ${}_1B_2B$ ad ${}_1N_2A$, et ${}_1C_2C$ ad ${}_1P_2A$, ut quadrata ${}_1N_2A$ et ${}_1P_2A$ simul sunt ad quadratum ${}_1A_2A$. Atque ita omnino dicendum est; si ponamus corpus A quiescere post

1f. et directionem | ${}_1B_1C$ ändert Hrsg. | , (1) aequalem (2) parallelam L 5 unam, (1) ${}_1A_1L$ (2) ${}_1AL$, L 7 considerationibus, etiam (1) realitatibus (2) realitati L 8 quo etiam (1) apparent (2) apparent, L 9 Nam (1) si (2) non L 10 quadrata (1) ${}_1AL$ et ${}_1A$ (2) ipsarum ${}_1AL$, (a) et ${}_1AM$ (seu (b) (seu L) 11 quia (1) post (2) ante L 13 casu (1) impactus obliqui (2) anguli obliqui L 14 putem (1) solutionem (2) eam L 15f. BM producatur (1) usq (2) ubi (3) (si opus) L 18 celeritate et erg. L 19 in ${}_1B$ (1) daturum ipsi esse (2) perinde L 20f. corpus A , (1) directione ${}_1A_2A$ (2) celeritate et directione ${}_1A_2A$ L 21 soli erg. L 21 corpori C (1) daturum esse ipsi (2) quiescenti L

impactum.



[Fig. 4]



[Fig. 5]

[95 rº] Verum res vel ideo videtur adhuc altioris indaginis, quia singulos casus spectando corpus *A* non tantum tribuit ipsis *B* et *C*, celeritates ut N_2A , P_2A , sed et retinet sibi celeritates et directiones illo solo existente $1AN$, hoc solo existente $1AP$. Itaque in casu concursus in distribuendis viribus corporis *A* non tantum ratio habenda est potentiarum quas corporibus excipientibus tribuit, ut scilicet eae sint proportionales his quas tribueret, si singula sola exciperent, sed etiam ut ea quae retinet sint similiter proportionalia. Verum hic rursus considerandum est, an eam potentiam quam corpus *A* retinet prae ipso *B* nempe celeritatem et directionem $1AN$ convertat saltem pro parte in impellendum corpus *C*. Pro parte inquam, quia $1AM$, et $1AN$ non hic ut supra in angulo recto fieret, coincidunt. Itaque ex *N* demittendo *NQ* perpendicularem in $1AM$ pars potentiae residuea prae corpore *B* retentae quae erit quadratum $1AQ$, possit videri adhuc impendi corpori *C*. Similiter si ex *P* in $1AL$ demittas perpendicularem *PR*, erit quadr. $1AR$ pars

1f. impactum (1) seu et h(-) <->actum centrum gravitatis omnium trium eadem qua ante, pergere celeritate. (2) [95 r°] Et certe (3) Verum L 2 quia (1) quolibet s (2) singulos L 3 et C, (1) potentias ut (2) celeritates ut L 4f. in casu concursus erg. L 5f. est (1) corporis (2) potentiae qu (3) potentiarum quas L 6 tribuit, (1) sed (2) ut L 8f. est, (1) eam potentiam quam corpus A retinet (a) ab (b) pr (c) prae ipso B nempe celeritatem et directionem 1AN converti (2) an eam [...] convertat L 10 supra erg. L 11 in 1AM | saltem gestr. | pars L 12 prae corpore B retentae erg. L 12 1AQ, (1) impendetur adhuc (2) possit videri adhuc impendi L 13 1AR (1) potentia (2) pars L

potentiae ipsius $1AP$ quam corpus A retinet praecorpore C . Et ita dicendum fore corpus B recipere vim quae respondeat quadratis N_2A et $1AR$, corpus autem C accipere vim quae respondeat quadratis P_2A , et $1AQ$. Sed quid dicemus de potentias adhuc residuis NQ et PR an ipsas relinquemus corpori A , an rursus ductis perpendicularibus ex Q in $1AN$, et ex R in $1AP$, illam parallelam ipsi N_2A vel $1B_2B$, hanc parallelam ipsi P_2A , seu $1C_2C$, eas impendemus corporibus B et C ut ita porro continuando perpendicularares in infinitum colligamus summas omnium quadratorum quae in B , et omnium quae in C impenduntur, totumque quadratum $1A_2A$, seu potentiam ipsius A distribuamus in duas partes, quae sint inter se, ut duae illae summae, et quarum latera, dabunt celeritates ipsarum B et C , seu rectas $1B_2B$, $1C_2C$. Idque ideo videtur dicendum, quia etsi eam vim residuam corpori ipsi A tribueremus, tamen refundenda esset rursus in unam quandam directionem, at hoc posito ea ipsa rursus A impellere ponenda est ipsa corpora B et C quippe adhuc distantia. Non enim versamur in diversis signis primi instantis quasi corpora B , C jam assignatis partibus impetus essent impulsa, sed versamur in primo signo, ubi simul ac semel de divisione impetus agitur.

Videamus autem quid sequatur, si corpus A post ictum nihil potentiae retineat; et utrum haec duo principia conciliari possint, quod eadem maneat potentia post ictum, quae ante fuit, et quod centrum gravitatis commune eundem servet progressum. In Recta $1A_2A$ sumatur punctum G , ita ut G_2A sit triens ipsius $1A_2A$, patet G fore centrum gravitatis commune initio, seu cum corpora sunt in statu, $1A$, $1B$, $1C$. Itaque centri grav.

1f. dicendum (1) erit (2) fore corpus (a) C impe (b) B (aa) impelli (bb) recipere vim quae (aaa) aequetur (bbb) respondeat L 2 N_2A et (1) NAR (2) A (3) $1AR$, L 4 ipsas (1) tribuemus (2) relinquemus L 5 illam (1) perpendicular (2) parallelam (a) ipsi N_2A , hanc ipsi P (b) ipsi N_2A L 6 C (1) et (2) ut L 10 seu (1) rectarum (2) rectas L 12 at (1) non appareat, (2) hoc posito L 14 corpora (1) praecedentibus imp (2) B , C jam L 15f. agitur. (1) Verum si hoc (a) modo (b) modo procedamus corpus A post ictum nihil motus retinebit. Verum ego jam video, si corpus A nihil de motu retineat, violari regulam de centro gravitatis aequabiliter ante et post ictum procedente. Cum enim (aa) posito A qu (bb) debeat celeritas $1B_2B$, vel $1C_2C$ minor esse quam $1AL$ vel $1AM$, (aaa) manifestum (bbb) (ne potentia augeatur per impactum) sequitur si A quiescit in $2A$ post ictum centrum gravitatis commune trium corporum, non procedere celeritate G_2A (est autem G centrum gravitatis trium, initio, in situ $1A.1B.1C$ si G_2A sit dimidia ipsius (aaaa) $1AG$ (bbbb) G_1A) sed minore. Rectam (2) Videamus L 18f. progressum. (1) Rectae $1A_2A$ tertia sumatur (2) In Recta $1A_2A$ sumatur punctum G , L

directio et celeritas ante ictum fuit G_2A . Jungatur recta $\angle B_2C$, quam producta $1A_2A$ bisecabit in D , et in $\angle AD$ sumatur punctum H , ita ut erit $\angle AH$ celeritas et directio centri gravitatis post ictum aequalis et similis illi quae fuit ante ictum. Quia autem H est adhuc centrum gravitatis commune in situ $\angle A_2B_2C$, utique $\angle AH$ continebit duas tertias lineae $\angle AD$ at eadem $\angle AH$ seu G_2A continet unam tantum tertiam lineae $1A_2A$. Ergo si post ictum quiescit A , servata via centri, sequitur $\angle AD$ fore dimidiam ipsius $1A_2A$. Unde sequitur ipsas $1B_2B$, $1C_2C$, ipsis $1AL$, $1AM$ esse aequales, quod jam supra ostendimus esse absurdum; itaque impossibile est ut A post ictum maneat in $\angle A$. Quod si ponamus A post ictum reflecti, foret $\angle AD$ adhuc major, adeoque $1B_2B$ et $1C_2C$ adhuc majores, quod adhuc magis absurdum, necesse est ergo ut continuet directionem. Ergo inter $\angle A$ et H sumatur $3A$, locus ad quem pervenit A post ictum celeritate et directione $\angle A_3A$ quae vocetur y , et $1A_2A$ vocetur a , et $G_2A = \angle AH$ erit $a : 3$, et $\angle AH = \overline{a : 3 - y}$ cuius dimidium debet esse HD . Ergo fiet $HD = a : 6 - y : 2$ et $\angle A.D = ([\angle]A.H + HD) = \overline{a : 3 + a : 6 - y : 2}$ seu $\angle A.D = \overline{a - y} : 2$. Sit $1A.L = l = 1A.M$ et $1B_2B = 1C_2C = x$. Jam supponamus $1B_2B$ esse in M_2A continuata, et similiter $1C_2C$ esse in P_2A continuata. Ergo $1B[\angle B] : \angle AD :: 1AL : \text{dimid. } 1A_2A$. Ergo $x : \overline{a - y} : 2 :: l : \overline{a : 2}$ seu $x : \overline{a - y} :: l : a$. Ergo fiet $x = l - yl : a$. Rursus ob potentiam ante et

1 G_2A . (1) Jungantur rectae (2) Jungatur recta L 2 ita ut (1) | $\angle AH$ streicht Hrsg. | sit aequalis ipsi (2) erit $\angle AH$ L 3 aequalis (1) illi quae fuit (2) et L 3f. ictum. (1) Eadem autem | necessario est streicht Hrsg. | (a) tertia pars ipsius (b) duas tertias (2) Quia [...] gravitatis (a) ipsius (b) commune (aa) ip (bb) in situ (aaa) $2A, 2B, 2C$ (bbb) $2A_2B_2C$ utique (aaaa) er (bbbb) continebit (cccc) $2AH$ L 6f. Unde sequitur (1) $1B_2B$ aeq. $1AL$ et $1C_2C$ aeq. (2) ipsas L 9–11 ictum (1) continuare directionem, foret $\angle AD$ [...] ergo ut reflectatur. Sumatur ergo $3A$, (2) reflecti, [...] ergo ut continuet (a) cursum (b) directionem. Ergo inter $\angle A$ et H sumatur $3A$, L 13 $3A.H$ L ändert Hrsg. 13 seu $\angle A.D = (1) a : 2 - (2) \overline{a + y} : 2 (3) \overline{a - y} : 2$. L 14f. = x . (1) Fiet jam (2) Jam supponamus [...] continuata. Ergo L 15 $1B_1C$ L ändert Hrsg. 16 $x : \overline{a - y} : 2 :: l : \overline{a : 2}$ (1). Ergo (2) | . Ergo streicht Hrsg. | (3) seu $x : \overline{a - y} :: l : a$. L

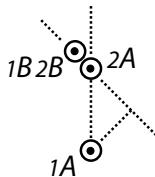
post ictum aequalem, debet esse $2xx + yy = aa$. Seu $2ll - 4ly : a + 2y়ll : aa + yy = aa$. Seu $yy\sqrt{2ll + aa} - 4ally + 2lla = a^4$ seu $yy - 4all : \sqrt{2ll + aa} \cdot y + 4\boxed{2} \boxed{all : \sqrt{2ll + aa}} = a^4 - 2lla + 4\boxed{2} \boxed{all : \sqrt{2ll + aa}}$ seu $y - 2all : \sqrt{2ll + aa} = \sqrt{a^4 - 2lla + 4\boxed{2} \boxed{all : \sqrt{2ll + aa}}}$ seu $y = 2all : (2ll + aa) + \sqrt{a^4 - 2lla + 4\boxed{2} \boxed{all : \sqrt{2ll + aa}}} = 2all : (2ll + aa) + \sqrt{+2a^4l^2 + a^6\boxed{-4l^4a^2} - 2lla^4\boxed{+4a^2l^4}}$. Ergo $y = \pm a^3 + 2all : \sqrt{aa + 2ll}$. Seu $\bar{y} : a :: \sqrt{2ll - aa} : \sqrt{2ll + aa}$. Hoc est $2A_3A$ est ad $1A_2A$ ut poten(tiae) a directionibus partialibus (quadr. $1AL$ + quadr. $1AM$) differentia a potentia directionis compositae seu absoluta (quad(r. $1A_2A$)) est $\langle - \rangle$ ad omnium summam. [95 v°] Ergo fiet $x = l - l\sqrt{2ll - aa} : \sqrt{2ll + aa}$ seu $x = \boxed{2l^3} + laa\boxed{-2l^3} + laa : \sqrt{2ll + aa}$ seu $x : l :: aa : \sqrt{2ll + aa}$. Hoc est $[1B_2B]$ est ad $1AL$ [,] seu celeritas post ictum unius ex duobus corporibus quiescentibus incurrenti aequalibus est ad celeritatem directionis componentis ante ictum, ut potentia absoluta incurrentis seu

1 aequalem, (1) debet $2xx$ esse aeq. aa seu $x = a : \sqrt{2}$. Ergo | fiet streicht Hrsg. | (a) $\langle aa : \rangle \sqrt{2} = al - yl$ seu (b) $aa : \sqrt{2} = al - yl$. seu (aa) $y = a$ (bb) $y : a :: (aaa) a - l \langle - \rangle (bbb) l - a : \sqrt{2} : l$. (aaaa) Hinc etiam (bbbb) Seu fiet (aaaaa) A (bbbb) $2A_3A$ ad $1A_2A$, ut PL ad $1AL$ (2) debet esse L 3f. seu $y = 2all : (1) \langle 2ll + aa \rangle + \sqrt{4a^4l^4 + 4a^6ll + a^8 - 8l^6a^2 - 8l^4a^4 - 2l^2a^6 + 4(a^2l^4)}$ (2) $(2ll + aa) + \sqrt{+2a^4l^2 + a^6\boxed{-4l^4a^2} - 2lla^4\boxed{+4a^2l^4}}$. L 4 $\sqrt{aa + 2ll}$ (1) | Seu streicht Hrsg. | $y = l$ (2) Seu $\bar{y} : a$ L 5 ut (1) differentia (2) poten(tiae) a directionibus (a) absolutis (b) partialibus L 6 $1AM$ (1) excessus super potentiam (2) differentia a potentia L 6f. directionis (1) totalis (2) compositae (a) est ad summam potentiarum (b) seu potentia absoluta (c) seu absoluta (quad(r. $1A_2A$)) (aa) a direc (bb) est L 7 summam. (1) Ergo fiet x (2) [95 v°] Ergo L 8 $2B_2C$ L ändert Hrsg. 8f. seu (1) via corporis aequalis uni ex duobus corporibus incurrentibus (2) celeritas [...] quiescentibus L 10 celeritatem (1) appropinquationis (2) comp (3) incurrentis parti (4) directionis L 10-S. 701.1 seu directionis compositae erg. L

1–5 Seu $yy\sqrt{2ll + aa} [... :: \sqrt{2ll - aa} : \sqrt{2ll + aa}]$: Leibniz kommt über mehrere unvollständige Umformungsschritte der Gleichung zu einem richtigen Ergebnis. Er dividiert zunächst (auf S. 700.1) alle Terme der Gleichung, außer $a^4 - 2lla$, durch $2ll + aa$. Diese Division wird in den weiteren Ableitungen nicht ausformuliert, was bei der Umformung des Radikanden auf S. 700.3 zunächst zu einem Fehler führt; sie wird aber in der gültigen Fassung berücksichtigt. Das Ergebnis muss dementsprechend noch durch $(2ll + aa)^2$ dividiert werden. Diese nur implizit vollzogene Division berücksichtigt Leibniz wiederum in der Ableitung von $\bar{y} : a :: \sqrt{2ll - aa} : \sqrt{2ll + aa}$. 8 $x : l :: aa : \sqrt{2ll + aa}$: Der zweite Term der Proportion heißt eigentlich $2aa : \sqrt{2ll + aa}$. Der Fehler wirkt sich auf die Verbalisierung des Ergebnisses im folgenden Satz aus.

directionis compositae est ad summam potentiarum directionis compositae et directionum componentium. Et x est ad y ut la ad $2ll - aa$. Sed supra $x : l :: \overline{a-y} : a$. Seu celeritas impulsi post ictum est ad celeritatem impingentis ante ictum, in eadem directione sumtam, ut celeritas amissa ab impellente per ictum, est ad celeritatem absolutam impellantis ante ictum.

5



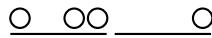
[Fig. 6]

Operae pretium autem erit hos valores conferre cum ipsarum $\angle AP$, $\angle AP$, $\angle Ar$, rP valoribus. Triangulum $\triangle AL\angle A$ est isosceles. Et dupla area Trianguli est $\angle AP$ in l et rursus dupla area Trianguli = a in $\sqrt{l^2 - \frac{1}{4}aa}$. Ergo $\angle AN$ vel $\angle AP : a :: \sqrt{l^2 - \frac{1}{4}aa} : l$ et $P\angle A^2 = a^2 - \overline{\angle A.P}^2 = [aa - aall : ll] + \frac{1}{4}a^4 : ll$. Et $P\angle A = \frac{1}{2}a^2 : l$. Jam $P\angle A : \angle AR :: \angle AL$ seu

1 ad (1) poten (2) summam (a) potentiarum (b) potentiae absolutae et pot (c) potentiarum directionis compositae (aa) ut (bb) et $L = 2$ ad $2ll - aa$. (1) | Sed quia streicht Hrsg. | $x : \overline{a-y} :: l : a$ (2) Sed (a) aliunde $x : l$ (b) supra $x : l :: \overline{a-y} : a$. (aa) Hinc celeritas (aaa) corporis (bbb) unius ex duobus corporibus | prius erg. | quiescentibus est (aaaa) ad directionem (bbbb) ad directionem componentem impellantis, ut (bb) Seu $L = 2f$. impulsi (1) est ad celeritatem (2) post $L = 4$ absolutam erg. $L = 4 - 6$ ante ictum. | (1) Notandum autem est si angulus fieret (2) Sed occurrit difficultas si angulus | $L\angle AM$ erg. | sit (a) acutus (aa) tunc (bb) tunc (b) rectus tunc $2ll - aa = 0$ et evanescit y seu corpus A quiescit. Si angulus sit obtusus $2ll$ est major quam aa . Ergo tunc debet A progredi. At si angulus est acutus est $aa > 2ll$. Et tunc y fieret negativa, unde sequi videtur tunc corpus A repelli, et certe si sumamus casum summae obtusitatis quando $\angle B\angle A\angle C$ cadunt in unam rectam, tunc nullus fit ictus et A progreditur. Similiterque in casu summae (aa) obtusitatis (bb) acutiei, cum (aaa) A et (bbb) B et C (aaaa) ita (bbbb) summe sun (cccc) exigui (dd) pro (eeee) coincidunt quasi in unum corpus, (quem in finem satis exigua esse debent) tunc A repellitur, ut aliunde constat. At si A repellitur in casu anguli acuti, impossibile est erg. u. gestr. | Operae $L = 6$ erit (1) haec (2) hos $L = 7$ erg. $L = 8$ dupla erg. $L = 8$ Ergo (1) $\angle AP : (2) \angle AN$ vel $L = 8$ et (1) $\overline{P\angle A}^2 = (2) \overline{P\angle A}^2 = L$

$l : P_1A$. Ergo fiet $\overline{P_1A}^2 : l = 1AR$ et $1Aq$ seu $1AR = a^2 : l - \frac{1}{4}a^4 : l^3$. Seu $1AR : P_2A$ seu $\frac{1}{2}a^2 : l :: \overline{2l-a} : 2l$. Nondum tamen aliquod hinc emergit compendium. Et sane vid[e]tur quidem dupla potentia $1A_2A$, distribui posse in has partes, potent. $N_2A +$ potent. $1AN$ (seu potent. $1Aq +$ pot. Nq) + pot. $P_2A +$ pot. $1AP$ (seu pot. $1AR +$ pot. PR) et ex his quidem dimidium potentiarum N_2A et $1AN$, impendi in $1B_2B$ (et similiter dimidium potentiarum P_2A et $1Aq$ impendi in $1C_2C$) nam directione conveniunt. Sed pot. P_2A cum pot. $1Aq$ facit $a^4 : 4ll - \overline{a : l} + aa : 4ll$ quod multum differt a potentia $1C_2C$ seu x . Et sane directionum eodem tendentium non videntur quadrata alioquin addi, sed ipsae longitudines, quod etiam hoc loco fieri non debet. Itaque contenti simus hac solutione, quando quidem ex illa Methodo resolvendi per partiales potentias difficulter habetur exitus.

Operae pretium erit investigare quanta ex inventis sit $2B_3A$. Nempe $\overline{2B_3A}^2 = \overline{2BD}^2 + \overline{3AD}^2$. Jam $3AD$ supra inventa est nempe $\overline{a : 2} - y$ et $2BD : 2B_2C$ seu $x :: \frac{1}{2}a : l$ seu $2BD = xa : 2l$. Ergo fiet $\overline{2B_3A}^2 = xxaa : 4ll + \overline{aa : 4} - ay + yy$. Sed $xx = aa - yy, : 2$. Ergo fiet $\overline{2B_3A}^2 = a^4 : 8ll - aayy : 8ll + \overline{aa : 4} + yy - ay$ seu $\overline{2B_3A}^2 = a^4 + 2aall + 8llyy - aayy - 8ally$. Seu $\overline{2B_3A}^2 = aa \overline{a^2 + l^2} + yy \overline{8ll - aa} - 8ally$. Sed hinc arbitror nullum hic facile proditurum Theorema singulariter memorandum.



[Fig. 7]



[Fig. 8]

1 $\overline{P_1A}^2 : l = 1AR$ (1) seu $1AR$ (2) et $1Aq$ seu L 2 $\frac{1}{2}a^2 : l :: \overline{2l-a} : 2l$ (1). Nullum tamen hic theorema notabile adhuc appareret, (2). Nondum L 2f. sane | videntur ändert Hrsg. | (1) pot (2) quidem (a) potentiae N_2A (b) dupla L 3 in (1) quatuor (2) has L 4 $1Aq +$ | pot. erg. | Nq | L 5 quidem (1) N_2A (2) potentia N_2A et potentia $1AR$, impendi | dimidiatam erg. | in $1B_2B$. (3) dimidium [...] $1B_2B$ L 5f. similiter (1) potentiam P_2A (2) dimidium (a) potentiae N_2A et (b) potentiarum P_2A et L 6 Sed (1) cum (2) pot. L 7 $a^4 : 4ll - \overline{a : l} + aa : 4ll$ (1) cuius latus non facit x (2) quod L 16 $+yy \overline{8ll - aa} - 8ally$. (1) Sed nunc (2) Sed hinc L 17 Theorema (1) prae caeteris (2) memoratu dignum. (3) singulariter L

2 $\frac{1}{2}a^2 : l :: \overline{2l-a} : 2l$: Der zweite Term der Proportion heißt eigentlich $\overline{4l^2 - a^2} : 2l^2$. [Fig. 8]: Zwei gestrichene Entwürfe zum Diagramm werden nicht wiedergegeben.

Suffecerit nos in summa pro velocitatibus ipsorum corporum post ictum definiendis Theoremata non contemnenda invenisse, ex quibus etiam manifestum est y evanescere et x fieri = l eo casu quo anguli componentium directionum sint recti. Supposuit autem demonstratio nostra directiones $1B_2B$, $1C_2C$ esse in rectis M_2A , L_2A continuatis, quia si quodlibet corpus B vel C separatim excipiat ita impelletur, nunc autem cum ambo adsint, in hoc quidem alterum alteri non videtur derogare. Verum nunc re melius expensa dubitare incipio, et vereor, ne compressiones duplices globi incidentis, se mutuo alterent, ita ut angulus $B_2A.C$ fiat multo minor quam angulus L_2AM , quando hic non est rectus. Et quid si hic quoque locum haberet, quod in duorum tantum corporum concursu, concursu, et in casu trium cum angulus $L_2A.M$ est rectus, ut scilicet sumatur $zAH = 1A.G$ et $HD = G_2A$ vel G_2B vel G_2C , adeoque ut A tantum recedat a centro gravitatis corporum A quantum ad ipsa accessit. Quo posito etiam A repelletur, cum angulus est obliquus, quod ipsum etiam ex eo concludo, quod A repellitur si corpora B et C ita sint sita, ut angulus B_2AC sit summe acutus, quod fit si corpora B et C quasi coincident in eandem rectam, (quem in usum debent satis esse parva) quo casu ponenda sunt quasi unum corpus, et tunc constat si A incurrat in quiescens sui duplum non pergere sed repellere. Contra si angulus B_2AC sit summe obtusus, seu si $\angle B$, $\angle A$, $\angle C$ cadant in eandem rectam, tunc nullus fit ictus, sed A pergit. Itaque quo magis acutus angulus eo magis repellitur A , quo magis obtusus, eo magis progreditur A ; denique si sit rectus angulus, tunc A nec progreditur nec repellitur sed quiescit. Idem etiam patet ex valore ipsius y quem ex posita angulus retentione duximus nam in casu anguli recti $2ll - aa = 0$ et $y = 0$ seu A quiescit, in casu anguli obtusi $2ll$ majus aa , et A progreditur[,] in casu denique anguli acuti ll est minus aa , ergo y fit quantitas negativa seu A repel-

1 velocitatibus (1) ipsarum (2) ipsorum L 1f. definiendis (1) Theorema non contemnendum (2) Theoremata non contemnenda (a) adhibuisse (b) invenisse, (aa) quae etiam ex (bb) ex quibus etiam L 4 continuatis, (1) quod pro certo habendum | est, streicht Hrsg. | (2) quia L 5 corpus (1) separatim (2) B L 5 excipiat (1) A ita (2) ita L 6f. alteri (1) nil derogat. Nisi (a) quis (b) forte vereri velimus (2) non videtur [...] vereor, ne (a) compressio (aa) duplex (bb) duplex (b) compressiones duplices L 9 quod in (1) simplicibus corporibus (2) duorum L 10 concursu, et (1) ut (2) in casu L 10 cum (1) directio (2) angulus L 11 vel G_2C , (1) seu (2) adeoque L 14f. fit si corpora B et C (1) sint tam parva, ut quasi co (2) quasi L 15f. casu (1) constat (2) ponenda L 17 repellere. (1) Similiter (2) Contra L 22 quiescit, in casu anguli (1) acuti (2) obtusi L

litur. Sed haec ducta ex falsa hypothesi anguli ejusdem manentis. Saltem certum est in angulo recto B_2AC , tam succedere ut simul potentiae, via centri et angulus directionum serventur. Inspiciatur figura, si angulus LAM rectus et servatur in excipie $\langle ndo \rangle$ $\langle - \rangle$ BAC sit angulus rectus ut servetur potentia erunt ${}_1B_2B$, ${}_1C_2C$, ipsis LA , MA 5 aequales. Porro centrum Gravitatis in statu ${}_1A.{}_1B.{}_1C$ est G , ita ut sit $G_2A =$ triens de ${}_1A_2A$, centrum autem gr. aequabiliter progreditur ergo fit ${}_2AH = G_2A$, seu GH dupla G_2A . Ergo ob D centrum gr. ipsorum ${}_2B$ et ${}_2C$ erit HD dimidia ${}_2AH$. Ergo tota $\langle {}_2 \rangle AD$ debet esse dimidia ipsius ${}_1A_2A$ quod et succedit ni velimus ut sit $H_3A = G_1A$. Ita enim et repelleretur, ergo ${}_1B_2B$, ${}_1C_2C$ fierent minores quam LA et quia tunc HC fieret aequ. 10 H_2A , utique angulum B_2AC eveniret fieri acutum.

1 ex (1) calculo (2) falsa L 1f. manentis. (1) $\langle --- \rangle$ ne in angulo quidem (2) Saltem certum est (3) Saltem certum est in angulo L 2 recto (1) directi (2) directi (3) B_2AC , L 2 succedere (1) $\langle - \rangle$ simul (2) $\langle - \rangle$ (3) ut (a) fiet (b) simul L 5 $G_2A =$ (1) ${}_1A_2A : 3$ (2) triens L 8 succedit (1) illud vero non evenit (2) ni velimus L

66. PRINCIPIA UNIVERSALIA AD CONCURSUS DIRECTOS AC OBLIQUOS
DETERMINANDOS
[1686 – Oktober 1687]

Überlieferung:

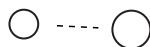
L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 96–99. Zwei Bögen 2° (Bl. 96–97 und Bl. 98–99); ein Wasserzeichen auf Bl. 96, ein anderes Wasserzeichen auf Bl. 98 mit Gegenmarke auf Bl. 99; Papiererhaltungsmaßnahmen; geringfügiger Textverlust durch Papierschaden am unteren Rand von Bl. 99. Acht Seiten; Textfolge: Bl. 98–99, dann Bl. 96–97; der Übergang von Bl. 99 v° zu Bl. 96 r° ist durch Kustode gesichert. 5

Datierungsgründe: Die Entstehung von N. 66 lässt sich einerseits durch seine inhaltlichen Bezüge – erstens zu N. 65₂ und N. 65₃ und zweitens zu N. 68 – andererseits durch die Wasserzeichen der zwei Bogen, auf denen N. 66 überliefert ist, auf den Zeitraum 1686 bis Oktober 1687 datieren. N. 66 weist den Charakter einer geordneten und systematischen Darstellung bereits erzielter Ergebnisse über 10 verschiedene Stoßarten auf, die möglichst vollständig klassifiziert und auf ihre Vereinbarkeit mit, oder gar mögliche Herleitung aus allgemeinen Grundsätzen überprüft werden sollen. Dazu zählen die in N. 65₂ gewonnenen Erkenntnisse über den schießen Stoß dreier Körper, die Leibniz bereits im den zweiten Teil von N. 65₃ (ab S. 694.11) überarbeitet hatte. Die Abfassung von N. 65₂ und N. 65₃ ist fest ab 1686 datierbar; dieser Terminus post quem gilt also auch für das vorliegende Konzept, wobei N. 66 nach N. 65₃ 15 entstanden sein muss.

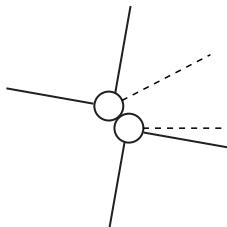
Das Wasserzeichen in Bl. 98 (Papier aus dem Harz) ist nach heutigem Kenntnisstand ausschließlich für die Mitte der 1680er Jahre belegt. Das Zeichen in Bl. 96 kommt im Leibniz-Nachlass im Zeitraum 1683–1687 häufig vor, unter anderem in N. 65₃. Es handelt sich dabei um Papier von der Papiermühle in Sedemünden bei Hannover, dessen Wasserzeichen aus dem gekrönten Monogramm „EA“ (für Herzog 20 Ernst August) und der Jahreszahl „1680“ besteht. Dieses Papier wurde nur ca. zwischen 1680 und 1690 fabriziert; danach wurde die Jahreszahl durch „1690“ abgelöst (das entsprechende Wasserzeichen ist bei Leibniz für die frühen 1690er Jahre belegt). Da Leibniz von Ende Oktober 1687 bis Juni 1690 sich auf Reisen durch Süddeutschland, Österreich und Italien befand, hat er N. 66 aller Wahrscheinlichkeit nach vor Antritt seiner Reise verfasst. 25

Die Entstehung von N. 66 vor Leibnizens Reise wird durch folgenden Umstand abschließend bestätigt: Im letzten Absatz des Konzepts, am Ende seiner Besprechung des Stoßes eines gleichförmig bewegten Körpers auf zwei ruhende, kündigt Leibniz an, in Zukunft den umgekehrten Fall zu untersuchen, d. h. den Stoß zweier Körper auf einen dritten (gegebenenfalls ruhenden). Bereits im Herbst 1688 löst Leibniz diese Ankündigung ein: siehe S. 756.5–757.15 von N. 68. Daraus ergibt sich die angegebene 30 Datierungsspanne: 1686 bis Oktober 1687, nach der Abfassung von N. 65₃.

[98 r°] Si duo corpora directe concurrant ostendi alias eandem servari potentiam ante et post ictum, et eandem manere celeritatem atque directionem centri gravitatis communem, seu totalem quantitatem progressionis. Quae duo ita rationi consentanea sunt, ut pro universalibus haberi debeant. Cum enim nihil extrinsecum supervenire ponamus his duobus corporibus, utique potentia eadem quae ante in ipsis manere debet, ut effectus sit aequalis causae, et directio totalis ex ambabus resultans, ab illis ipsis ex quibus oritur[,] destrui diminuire aut augeri non potest.



[Fig. 1]



[Fig. 2]

Porro in directo concursu etiam alia notari possunt, ut celeritatem respectivam semper manere eandem, seu corpora eadem celeritate qua ad se accessere ante ictum, ea etiam a se recedere post ictum. Sed hoc quatenus in aliis casibus servari possit, amplius dispiciendum est.

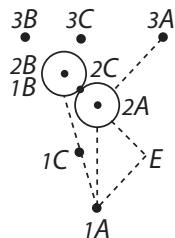
Nunc videamus quid fieri debeat in casu concursus obliqui duorum corporum et quatenus locum ibi habeat tertia observatio. Concursum autem obliquum voco duorum

13 *Am Rand, bezogen auf tertia observatio: NB Deprehendo eam ibi quoque prorsus succedere.*

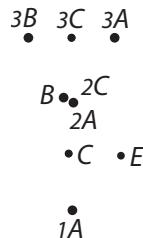
1 directe *erg.* L 1 concurrant (1) tria (2) notantur (3) notatur (4) ostendi alias L
 2 celeritatem (1) et (2) atque L 2f. communem, (1) et denique eandem manere corporum celeritatem (a) corporum (b) respectivam, ante et post ictum, ita ut tantundem (2) seu totalem L 4 debeant.
 (1) In iisdem enim (2) Cum L 5 debet, (1) et ipsa quoque (2) ut L 11f. est (1), tantum enim consequentia est duarum praecedentium regularum quae in casu directi concursus corporum locum habet (2). Nunc L 13 quatenus (1) interpretatione circa adhibita (2) locum L 13 voco (1), cum in momento concursus (2) duorum L

1-3 Si [...] progressionis: Siehe bspw. *De corporum concursu, Scheda octava und nona* von Januar 1678 (N. 58₁₀ und N. 58₁₁).

globorum, (de his enim nunc tantummodo agemus) cum in momento concursus linea ducta per centra globorum concurrentium angulum faciat ad lineam qua alter eorum (vel lineas quibus uterque) movetur.



[Fig. 3]

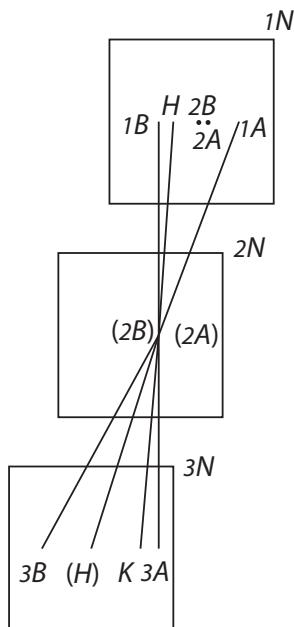


[Fig. 4]

Sint duo mobilia (globosa hic semper intelligo) A motum, et B quiescens. Status primus $1A$, $1B$, status in momento concursus $2A$, $2B$. Coincidunt autem $1B$ et $2B$, quia B 5 quiescit. Coincidunt et $2B$, $2A$ si considerentur corpora ut puncta, ut rem simplicissime tractemus. Locus centri gravitatis in primo statu $1C$, in secundo $2C$ coincidens cum $2A_2B$, jungatur recta $1C_2C$ producaturque usque in $3C$, sic ut $1C_2C$, et $2C_3C$ sint aequales. Tertius ergo status nempe post ictum (sumto scilicet aequali temporis intervallo inter statum 1 et 2 atque inter statum 2 et 3) centri gravitatis erit ut sit in loco $3C$. Si 10 jam consideremus potentiam et directionem $1A_2A$, compositam ex duabus $1AE$, et E_2A (nam et hac compositione motuum absolvitur motus per diagonalem, et ob angulum ad E rectum tantum potest $1AE$ et E_2A simul, quantum $1A$ $2A$) perinde erit, ac si $1A$ incurrat in [B] directe velocitate et directione E_2A , atque interim perget celeritate et directione $1AE$, itaque in casu eo quo A incurrens in B , celeritate et directione E_2A , 15 quiesceret[,] quod fit in casu aequalitatis, etiam hic quiescit quoad hanc directionem; eamque totam transfert in B , tantum ergo in producta E_2A sumatur $2B_3B$ aequ. E_2A ,

2 qua (1) alterum (2) alter L 6 $2B$, $2A$ (1) quia (2) uti (3) si L 6f. puncta, (1) nulla (2) ut (a) simplicissimos casus primum defin (b) rem simplicissime (aa) co (bb) tractemus. (aaa) Centrum (bbb) Locus centri L 8 recta $1C_2C$ (1) et (2) producaturque L 9 ictum (1), posito (2) (sumto L 9f. inter (1) 1 et 2 quod et inter 2 et 3 status (2) statum 1 et 2 L 13 $2A$) (1). Hinc (2) perinde L 14 E L ändert Hrsg. 14 directione (1) $1A$ (2) E_2A L 15 $1AE$, (1) ergo si (2) itaque in casu (3) itaque in casu L 16 quod fit in casu aequalitatis erg. L 17 ergo (1) celeritate (2) in producta L

et quia directioni $1AE$ concursus non est contrarius, manet integra, ac proinde sumatur $2A_3A$ aequalis et parallela ipsi $1A[E]$. Ita patet pariter et eandem directionem totalem, et eandem potentiam conservari. Sed et si celeritatem respectivam sumamus in recta EB servabitur et ipsa. Quae etiam suo modo locum habebunt si corpora sint inaequalia
5 amboque moveri ponantur.



[Fig. 5]

Cum autem navis suppositione adhibita explicari eleganter possit concursus corporum directus, tribuendo navi motum qui est ipsius centri; videndum an haec suppositio hic quoque inservire possit, nempe motus navis talis supponendus est, ut corpora ambo

1 contrarius, (1) sumatur (2) manet L 2 $1A_2E$ L ändert Hrsg. 2 pariter (1) centri gravitatis seu c (2) et eandem L 3f. recta (1) E_2A (2) EB (3) $EB L$ 5 amboque moveri ponantur erg. L 6 adhibita (1) optime (2) explicari L 7 centri; (1) ea res hoc loco commode succedere (2) ea suppositio hoc loco (a) commodo (b) commode non poterit inservire, (aa) sed fingendum est potius (aaa) navim (bbb) duas (bb) si fingamus (3) videndum L 8 ut erg. L

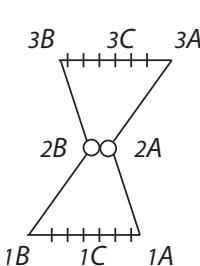
[Fig. 5]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

existentibus in navi videantur concurrere celeritatibus directis quae sint reciprocae magnitudinum, ita ut ambo quibus venere celeritatibus reflectantur, communi interim motu manente. Hoc ut investigemus, sit navis N in qua mobilia A et B concurrant in eadem recta ita ut celeritates $1A_2A$ et $1B_2B$ sint reciproce ut mobilia, videndum an talis possit navi motus tribui ut concursus obliquus propositus oriatur. Ponamus ergo navem transferri ex $1N$ in $2N$ eo tempore quo corpora concurrentia ex statu $1A_1B$ veniunt in statum $[2A]_2B$, patet lineas absolutas (ex linea motus naves et motus privati compositas) fore $1A(2A)$ et $1B(2B)$, et post ictum nave translata in $3N$ sic ut $1N$, $2N$, $3N$ cadant in eandem rectam, et $1N_2N$, atque $2N_3N$ sint aequales (navis enim motum nihilo turbari suppono ab 5 ictibus corporum in navi, praesertim si intelligamus ea tam exigua esse, ut ad navem nullam notabilem habeant proportionalitatem) motus absoluti mobilium post ictum erunt $(2A)3A$, et $(2B)3B[.]$ ita ut respectu eorum qui sunt in navi $1A$ et $3A$, itemque $1B$ et $3B$ coincident. Verum hinc patet nisi navi motus talis sit, ut linea $1N_2N_3N$ sit parallela ipsi H_2A (seu H_2B) viae centri gravitatis tunc fictione naves assumta rem non succedere, ita enim centrum commun[e] non progredietur post ictum ea directione et celeritate qua 10 ante ictum. Ita videmus in figura, si H sit centrum gravitatis id post ictum fore $(H)[.]$ sed $H.(2A).(H)$ non esse rectam. Alioqui si recta $H(2A)$ esset continuanda, centrum gr. veniret in K et proinde proprius accederet ad $3A$, cum tamen proprius debeat esse ad $3B$, nempe in (H) uti H proprius fuit ad $1B$. Attamen si navem ipsam consideremus ut 15 tertium corpus, verum nihilominus manet, omnium viam centri gravitatis manere, nam revera ob motum corporum in navi in hoc casu, si motus naves sit obliquus, ipse motus

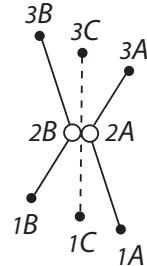
2 reflectantur, (1) navi (2) communi L 3 qua (1) corpora (2) mobilia L 4 reciproce ut (1) corpora (2) mobilia, L 5 tribui ut (1) inclinatus (2) concursus L 6 $2N$ (1) patet pro (2) eo tempore L 7 $1B_2B$ L ändert Hrsg. 7 patet (1) lineam | qua movetur *gestr.* | absolutam (ex [...] privati compositam) (2) lineas absolutas (ex [...] compositas) (a) fore qua (b) fore L 8 ictum (1) fore lineas motus (2) nave L 8 in $3N$ (1) (suppon (2) con (3) sic ut L 9 aequales ((1) quod (2) naves L 11 absoluti (1) corporu (2) mo (3) mobilium (a) erunt (b) post L 14 ipsi (1) H_2AB (2) H_2A L 14 gravitatis (1) non posse (a) corpora (b) viam (c) centrum gravitatis commune corporum (2) tunc (a) si (b) fictione L 15 enim (1) centri communis (2) centrum | communis ändert Hrsg. | non L 15 ea (1) via et (2) directione L 16 gravitatis (1) id centr (2) id L 17 rectam. (1) Ita enim (H) caderet (2) Alioqui L 18 tamen proprius (1) deberet (2) debeat L 19 $1B$. (1) Tantum (2) Attamen L 20 nihilominus (1) nave (2) manet, L 21 in navi | motus naves streicht Hrsg. | in L 21 hoc (1) casu obliqui mo (2) casu, si motus naves sit obliquus (a) ad m (b) , ipse L

navis nonnihil movebitur, quia partium eodem tendentium quantitas progressus augetur et imminuitur, quae tamen difficultas in Hypothesi directi concursus cessare videtur. Itaque ratiociniis navis considerationi superstructis, atque motu[u]m compositionibus[,] non est fidendum.

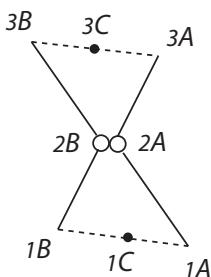
5 [98 v^o]



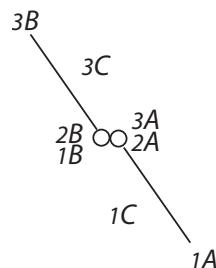
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

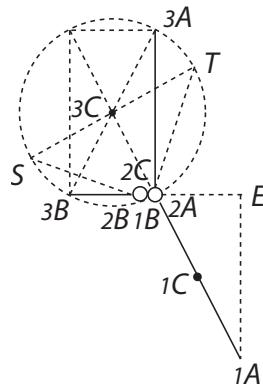


[Fig. 9]

Videamus quid ex aliis considerationibus circa obliquos concursus duci possit. Equidem si corpora sint aequalia, et velocitates quoque sint aequales, et lineae motuum ${}_1B{}_2B$, ${}_1A{}_2A$, eundem angulum faciant ad ${}_2B{}_2A$, rectam centra mobilium jungentem, manifestum est celeritatibus servatis permutari debere directiones, ita ut ${}_2B{}_3B$ sit parallela ipsi ${}_1A{}_2A$;

2 imminuitur, (1) quod (2) quae L 3 motum L ändert Hrsg. 4–6 fidendum. (1) Vi (2) Itaque
navis usu (3) Videamus L 8 ${}_1A{}_2A$, (1) eandem (2) eundem L

et similiter $2A_3A$, ipsi $1B_2B$. Ita enim servatur pariter via centri gravitatis et potentia. Sed si manente corporum aequalitate, velocitates sint inaequales, videndum an tunc etiam locum habeat permutatio, ut in concursu directo. Et ita videtur. Nam ita $1C[.]2C_3C$ cadent in eandem rectam, et $1C_2C$ erit aeq. $2C_3C$ et praeterea quia $2A_3A$ aequ. $1B_2B$ et $1A_2A$ aequ. $2B_3B$, etiam potentiarum summa manebit. Et videtur hoc ipso rem esse determinatam, nec aliter haec duo praestari posse[,] nam si centro $3C$, radio $3C_3A$ (aequ. $1C_1A$ aequ. $1C_1B$)] describatur circulus ad cujus puncta opposita quae sita $3A$ et $3B$ ductae rectae $2A_3A$, $2B_3B$ sint tales ut summa quadratorum ab ipsis sit aequalis datae quantitati, res opinor non aliter poterit praestari, quam uno determinato modo, at is jam habetur in casu per omnia congruo, cum aequalis circulus esset centro $1C$ descriptus, ubi similiter quadrata de $2A_1A$ et de $2B_1B$ faciebant eandem summam, tantum ergo opus est sumere $3A_3C_3B$ parallelam ipsi $1A_1C_1B$. Hinc autem porro sequitur si $1B$ et $2B$ coincident, seu si B quiescat ante ictum, etiam $2A_3A$ coincidere seu A quiescere post ictum. 5 10



[Fig. 10]

1 $1B_2B$. (1) Verum vi (2) Ita L 2 si (1) ponente (2) manente L 5 etiam (1) potentiae (2) potentiarum L 7 ad (1) quem (2) cuius L 7f. et $3B$ (1) ducendae sunt rectae (2) ductae L 8 $2A_3A$, $2B_3B$ erg. L 8 ut (1) quadratum eorum (2) summa L 8f. datae (1) summae (2) quantitati L 9 quam (1) hoc (2) uno L 10 aequalis erg. L 11 similiter (1) $1A_2A$ (2) $2A_1A$ et (3) quadrata L 13-S. 712.1 post ictum. (1) Verum hinc jam video rem non esse determinatam satis, ex duabus illis regulis de servata simul potentia absoluta et totali directione, nam paulo ante easdem regulas servando aliud pronuntiavimus. Hinc jam consequitur erroneam esse Methodum (2) At diversa est Methodus L

At diversa est Methodus investigandi concursuum obliquorum effectus ex motuum compositione, ut si in quiescens B incurrat A oblique linea $1A_2A$ ponamusque A et B aequalia; et concipiamus motum $1A_2A$ compositum ex motu $1AE$, et E_2A , ac post ictum sumamus $2B_3B$ aequ. E_2A , et $2A_3A$ aequ. AE , patet hac ratione quidem servari summam potentiarum; sed videndum an etiam servetur directio et celeritas centri gravitatis. Ponamus corpora A et B tam esse exigua, ut puncta $2A$, $2B$, adeoque et $2C$ pro coincidentibus haberi possint; videndum an continuata $1C_2C$ bisecet $3A_3B$ in $3C$, quod verum esse patet, est enim $1A_2A$ diagonalis rectanguli $1AE_2A$, ergo et continuata rectanguli $3A_2C_3B$ (priori per omnia congruentis et deinceps positi) erit diagonalis, ergo hujus alteram diagonalem $3A_3B$ bisecabit. Itaque ut $1C$ medium ipsius $1A_1B$ (seu $1A_2A$) est centrum gravitatis ipsorum A et B aequalium in statu 1^{mo} , ita et $3C$ medium ipsius $3A_3B$ erit centrum grav. aequalium A et B in statu tertio; et patet $1C$, $2C$, $3C$ esse in eadem recta, itemque $1C_2C$, et $2C_3C$ esse aequales.

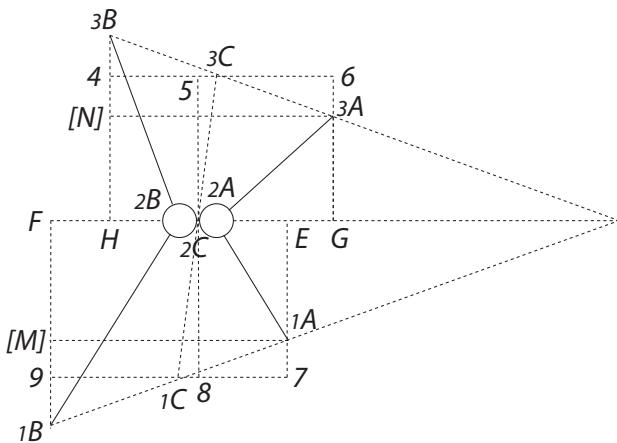
Habemus ergo duas diversas conclusiones ex iisdem principiis ductas, unde manifestum est, principia ista duo (potentiae et directionis totalis servatae) non sufficere ad rem penitus determinandam.

Videtur autem via ex compositione motuum esse praferenda, neque rationi consentaneum esse, ut A incurrens in quiescens B , semper eodem modo ab eo sistatur, licet ipsum prope radat et tantum; et sane generalis mea ratio talia examinandi a posteriori obstat. Nam si angulus $1A_2A_2B$ continue magis ad rectum acceder[et], sequeretur nihilo minus eundem semper sequi effectum, ut tota potentia ipsius A transferatur in B , ergo et in illo casu id fiet, qui indefinitesime differt ab impulsu nullo, cum scilicet angulus a recto indefinitesime differt, aut differentia utcunque parva; cum tamen in casu recti prorsus anguli impulsus sit plane nullus, nullaque virium translatio. Quod et cum methodo per compositionem motuum prorsus consentit. Haec ergo praferenda est. Ex his patet quot modis possit satisfieri duabus regulis servandae potentiae totalis et servandae directionis totalis. Sumto enim $3C$, quale ex regula directionis totalis servandae determinatur; et centro $3C$ radio $3C_2C$ (aequ. $1C_2C$) describendo circulum ad quem ex punto $2C$ ducendae sunt duae rectae, quarum potentiae simul sunt aequales potentiae ipsius $1A_2A$, seu

2 $1A_2A$ (1) si conciperemus (2) ponamusque L 3 aequalia; | et erg. | concipiamus L 3 ac
 $erg. L$ 4 aequ. AE , (1) dico (2) patet L 5 potentiarum; (1) sed non directionem | et celeritatem
 $erg. |$ centri gravitatis utique enim (2) sed L 6 A et B erg. L 7 $3C$, (1) ita ut (2) quod L
8 $3A_2C_3B$ (1) erit diagonalis, ergo alte (2) (priori L 19 ipsum (1) radat tantum exigue (2) ver
(3) proper (4) prope radat L 20 accedet L ändert Hrsg. 25f. patet (1) infinitis modis posse
(2) quot modis possit L

ipsius diametri $3A_3B$. At rectae a circuli puncto uno ad duo alia ductae quarum quadrata simul aequari debent quadrato diametri, duci debent ad duo puncta opposita unius diametri, ergo quot diametri in circulo possunt duci tot modis satisfieri posset[,] hoc est modis infinitis. Exempli causa $2CS$ et $2CT$, ita ut B ex $2B$ perveniret in S , et A ex $2A$ in T . Verum ille modus eligendus est, quo motuum compositio servatur, ut ostendimus.

5



[Fig. 11]

Eidem Methodo insistendo generaliter si sint in rectam $2A_2B$ perpendiculares $1AE$, $1BF$, $3AG$, $3BH$; erunt aequales $1AE$ ipsi $3AG$, et $1BF$ ipsi $3BH$, at $2AG$ ipsi $2BF$, et $2BH$ ipsi $2AE$, quo posito debet recta $1C_2C_3C$ quae bisecat $1A_1B$, etiam producta bisecare $3A_3B$ [,] quod est theorema Geometricum satis singulare. Sed tamen examinandum adhuc ut de successu simus securiores.

10

$2CE = 2CH$ sit e [,] $2CF = 2CG$ sit f ; et $1BF$ seu $3BH$ sit h et $1AE$ seu $3AG$ sit g . FE seu HG erit $e + f = 1AM = 3AN$, et $1A_2A = \sqrt{ee + gg}$ et $1B_2B = \sqrt{ff + hh}$ et $2A_3A = \sqrt{ff + gg}$ et $2B_3B = \sqrt{ee + hh}$. $1A_1B$ ($= \sqrt{\square 1BM + \square M1A}$) $= 3A_3B$

1 rectae a (1) circulo (2) circuli puncto uno ad duo alia ductae L 6 in rectam $2A_2B$ erg. L
 7 $3BH$; (1) et aequalis sit (2) erunt aequales | sit streicht Hrsg. | 1AE L 8 recta (1) $1C_2C$
 producta (a) secare (b) bisecare (2) $1C_2C_3C$ quae L 12 $3AN$, et erg. L 13 $\sqrt{ee + hh}$.
 (1) $1B_1A = (2) 1A_1B L$ 13 ($= \sqrt{\square 1BM + \square M1A}$) erg. L

[Fig. 11]: Die Buchstaben m und n in der Zeichnung ändert Hrsg. nach den Angaben im Text.

($= \sqrt{\square_3BN + \square_3NA}$) $= \sqrt{[2]e + f + [2]h - g}$. Ubi illud memorabile oritur, quod ut hactenus semper sive in recto sive in obliquo duorum concursu, ita et nunc in generali ista obliqui concursus aequalium determinatione deprehenditur eandem esse distantiam mobilium aequali temporis intervallo sumto ante ictum et post ictum, seu eandem manere celeritatem respectivam, sive eandem esse celeritatem recessus post ictum quae fuit appropinquationis ante ictum. Videamus tantum de C . Per $3C$ ducamus $45.3C.6$ parallelam et aequalem ipsi HG vel FE , et per $1C$ ducamus $78.1C.9$ aequalem et parallelam [99°] ipsi FE seu HG . Primum manifestum est triangulum $3BN3A$ congruere triangulo $1BM1A$, est enim utrumque rectangulum, et altitudines atque bases sunt aequales (adeoque ut 10 jam quoque notavimus et Hypotenusa $1A1B$ ipsi $3A3B$; ac proinde et aequiangulum erit. Hinc si sumamus $1C$ medium in $1A1B$, et $3C$ medium in $3A3B$. Manifestum est et $3C$ fore medium ipsius 46, ut $1C$ ipsius 79. Et quia 45 quoque $= 2CH = 2CE = 78$. Hinc $5.3C = 4.3C - [45] = 7.1C - 78 = 8.1C$. Rursus $4.3B = 9.1B$, (quia idem angulus $9.1B1C$ idem est angulo $4.3B.3C$ unde haec duo triangula rectangula cum bases habeant aequales 15 $4.3C = 9.1C$ etiam altitudines habebunt aequales). Ergo et $2C.5 = 2C.8$. Cum ergo triangula rectangula $2C.8.1C$ et $2C.5.3C$ habeant bases et altitudines aequales, habebunt et aequales Hypotenusas $2C1C$ et $2C3C$, et praeterea puncta $1C$, $2C$, $3C$ cadent in eandem rectam quod erat ostendendum.



[Fig. 12]

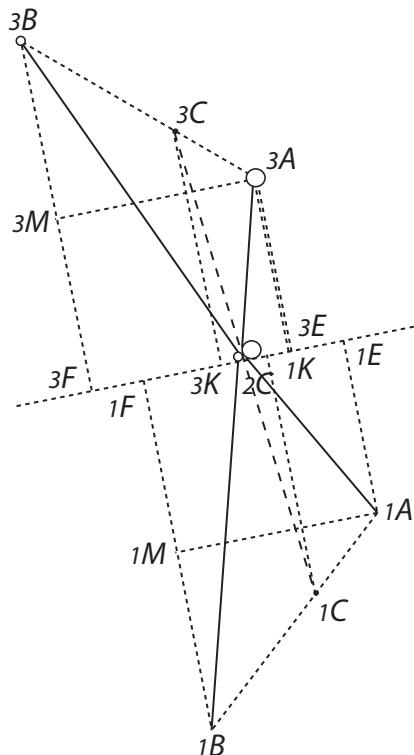
1 Am Rand: seu =

1 ($= \sqrt{\square_3BN + \square_3NA}$) erg. L 1 ut erg. L 3 aequalium erg. L 4 aequali (1) tempore su (2) temporis L 6 ante ictum. (1) Hinc etiam cum figura $3A3G2CH3B$ (a) non ali (b) per omnia congruat figurae $1A$ (2) Videamus L 7 $1C$ ducamus (1) $789.1C$. (2) $78.1C.9$ L 13 $5.3C$ L ändert Hrsg. 13f. $9.1B1C$ (1) aequ. (2) idem L 14 cum (1) altitudinem (2) bases L

Ad leges Tabulae Globivolvae, quam Germani trucktafel, Galli billard vocant, definiendas tantum opus est considerare angulos incidentiae et reflexionis esse aequales, et tenere legem quam supra attulimus de effectibus incursus aequalium quorum unum quiescit, sive is sit obliquus sive rectus. Itaque si a reflexione quaeram attingere punctum sive illa sit simplex sive repetita, tantum opus est observare aequalitatem angulorum. Atque hoc in primis utile est consider[ar]e ad faciendam Romanam ut nostri vocant, id est, ut per reflexionem simplicem vel etiam duplificem, globulus portam trajiciat. Ut vero alterius globum in foramen impellam hoc sine consideratione reflexionis effici potest, ex lege concursus obliqui aequalium, quorum alterum quiescit, supra stabilita. Nempe meus globus A sit in loco $1A$, tuus B in loco $1B$, et volo tum ita impellere ut eat versus $2B$ 10 ibique cadat in foramen. Debeo lineam $1A2A$ sumere talem, ut in momento ictus $2B$, $1B$, et $2A$ cadant in eandem rectam, seu ut recta per centra globorum in momento concursus transiens producta ad locum illum $2B$ tendat.

Posset Tabula Globivolva numeris distingui, vel etiam possent aliqu[ae] notari partes aequales in bacillo, qui ad mensurandum inserviret, idque usui esse posset non in ludendo 15 tantum sed et potius in regulis motuum definiendis. Poterit etiam ope speculi plani ex polito metallo, quod esset in bacilli extremo, quaeri punctum in pariete Tabulae in quo ex globulo meo globulus alterius videri posset per reflexionem. Artifices in ludo globivolvo exercitati aliquando ponunt nummum sub aliquo globo, et deinde alterum globum ita impellunt in priorem, ut priore pulso posterior super ipso nummo sese collocet 20 in prioris locum. Habent etiam artem ita impellendi globum alterius, ut evolet ex tabula per arcum, sed ea ratione suummet globulum huic periculo etiam exponunt, ut ipse potius exiliat. Expellere autem globum adversarii tum maxime possunt, cum ipse prope portulam requiescit. Quorum omnium pro re nata non difficulter reddetur ratio.

3 effectibus (1) concursus (2) incursus L 6 considere L ändert Hrsg. 10 globus (1) sit (2) A in statu (3) A sit in loco L 13 transiens (1) tendat ad locum (2) producta L 13 $2B$ erg. L 14 Globivolva (1) gradibus (2) numeris L 14 possent (1) gradus | aliqui erg. | (2) | aliqui ändert Hrsg. | notari partes L 15 inserviret (1), pr (2); atque ita (3), idque L 17f. punctum (1) ex (2) | in pariete Tabulae erg. | in quo ex (a) sphæ (b) globulo L 20 ipso (1) numero (2) nummo (a) qui (b) sese L



[Fig. 13]

Si tam corpora quam celeritates sint inaequales eaedem plane succedunt demonstrationes. Sint ex $1A$, $1B$, $3A$, $3B$ perpendiculares $1A_1E$, aequal. $3A_3E$, et $1B_1F$ aequ. $3B_3F$ et sit $3E_3F$ aequ. $[1E_1F]$ seu $1A_1M = 3A_3M$. Si jam FM in FB sumatur ipsi AE aequalis, patet $3B_3M$ fore aequ. ipsi $1B_1M$. Ergo in triangula rectangula $3B_3M_3A$, et $1B_1M_1A$ cum habent bases et altitudines aequales per omnia congruent, et hypotenusa quoque $3A_3B$, et $1A_1B$ aequales habebunt. Jam $3C$ centrum gravitatis mobilium in statu $3A_3B$ assi-

2 Sint (1) perpendiculares (2) ex 1A, 1B, 3A, 3B perpendiculares 1A1E, (a) 1B1F, 3A3E, 3B3F
 (b) aequal. 3A3E, L 3 3E3F aequ. | 2E2F ändert Hrsg. | (1). Hinc (2) seu L 3 jam
 erg. L

[Fig. 13]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

gnetur ut $1C$ in statu $1A1B$. Ponitur autem $2C$ coincidere cum $2A$, $2B$ seu in punctum concursus, considerando hic mobilia ut puncta. Debet igitur recta $1C2C$ produci in $3C$ sic ut $2C3C$ sit ipsi $1C2C$ aequalis; et talis sumenda recta $3E3F$, ut hoc succedat. Quod non est difficile. Nam ex $1C$ in EF demittatur perpendiculariter $1C1K$, ex $3C$ demittatur $3C3K$. Manifestum est, $1K$, $2C$, $3K$ esse viam centri gravitatis respondentem in ipsa EF per mobilia in concursu transeunte. Dari autem $1K$ et $3K$ et quia $3E3F$ aequ. $1E1F$, et $3K$ secat $3E3F$ ut $1K$ secat $1E1F$. Hinc sumatur $3K3E$ aequ. $1K1E$, et $3K3F$ aeq. $1K1F$, et habebitur $3E$, $3F$ quemadmodum quaerebatur.

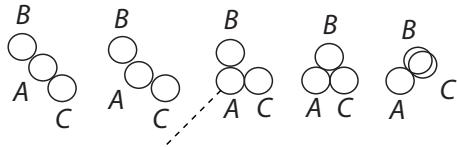
Hactenus ergo in omni [duorum] corporum concursu sive recto sive obliquo haec observavimus, primo potentiam absolutam totalem esse eandem ante et post concursum; secundo directionem etiam totalem manere eandem, tertio eandem manere corporum celeritatem respectivam; quarto praecedentia tria omnia manere eadem sive sumantur in lineis motus veris, sive sumantur in recta per mobilium in momento concursus centra particularia transeuntem; perpendicularibus ex punctis veris in hanc rectam dimissis.

Quod si autem omnino velimus effectum eundem demonstrare per Hypothesin navis; fingamus navem moveri via et directione centri gravitatis C simulque gyrari circa ipsum C tanquam centrum, interim autem mobilia in recta EF in navi designata et cum ea mobili ponentur concurrere celeritatibus quae sunt magnitudinibus reciprocae, quibus et reflectentur. Circulatio autem naves supra centro C dispensata esse debet extra navem

1 ut (1) in statu (2) $1C$ in st (3) ut (4) | ut streicht Hrsg. | $1C$ in statu (a) $1A1C$ (b) $1A1B$ (aa) debet que in recta $1A$ (bb). Ponitur L 1 $2C$ (1) cadere (2) coincidere L 2 recta $1C2C$ (1) producta (2) produci L 4 EF demittatur (1) $1M$, ex (2) perpendiculariter L 6 per (1) centra corp (2) mobilia (a) tra (b) in concursu transeunte (aa), et $1K$ (aaa) dat (bbb) secare (bb) et ob datam $1E1F$ dari (cc) et dari quidem $1K$ ob datam $1C$, ergo et (dd). Dari autem $1K$ et $3K$ L 9 trium L ändert Hrsg. 10 potentiam (1) absolutam totalem (2) totalem absolutam (3) absolutam totalem L 11 etiam (1) directionem (2) totalem L 12 respectivam; (1) quarto (2) qua (3) quarto (a) etiam (b) praecedentia L 12f. eadem sive sumantur | absolute gestr. | in (1) linea (2) lineis L 13f. veris, sive sumantur (1) quatenus (a) puncta (b) loca mobilia referuntur ad rectam (2) in recta per mobilium (a) centra (aa) in loco (bb) particularia in momento concursus transeuntem; (b) in momento concursus centra particularia transeuntem; (aa) perpendicularis (bb) perpendicularibus ex punctis (aaa) in eam demissis. (bbb) veris in hanc rectam dimissis. L 16 moveri (1) via centri gravitatis C (2) via L 17 EF (1) moveri (2) in navi L 19 autem (1) ita est (2) navis L

spectanti seu mobilia has ipsas lineas ${}_1A_2C$ et ${}_1B_2C$ describant, unde continuata eadem circulatione et progressione, postea ${}_2C_3A$ et ${}_2C_3B$ describent. Vel fingi posset Tabula mobilis, quae $\langle - \rangle$ $\langle ci \rangle$ rculo aliquo incedat in \langle lineam \rangle CC , atque interim circuletur, mobilibus interim in tabula directe, ut dixi[,] concurrentibus.

5 [99 v^o]

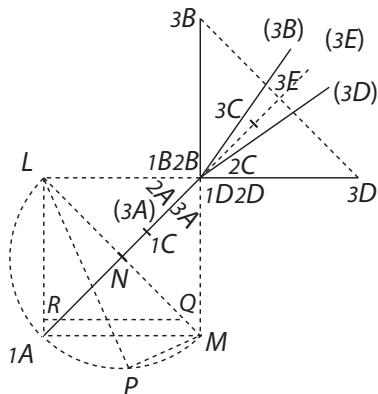


[Fig. 14]

Ita absolvimus considerationem duorum globorum aequalium vel inaequalium directe aut oblique concurrentium. Nunc promovendus est gradus ad eum casum, quo simul concurrunt globi plures. Et ponamus primum tres globos esse aequales, et duos quidem quiescere, tertium autem in ipsa incurrere, ita ut eodem modo in concursus momento se 10 habent ad ambo. Videndum est quid inde sit consecuturum. Omnis autem casum varietas his quinque dispositionibus in margine positis comprehenditur, ex quibus media est, cum in momento concursus trium globorum centra ABC constituunt angulum rectum. Inde dextrorum ponit casus anguli acuti, sinistrorum anguli obtusi; ac novissime in 15 extremis ponit ad dextram quidem angulus summe acutus cum ex duabus rectis angulum comprehendentibus fit una recta, seu B et C coeunt in unum; ad [sinistram] vero ponit angulus summe obtusus cum AB et BC non quidem coincidunt, sed aliter tamen unam rectam faciunt, nempe dum sibi in directum ponuntur, ut $B.A.C$ cadant in unam rectam in momento concursus. Quae collatio rudis jam tum esse utilis potest ad quae-dam praevienda; nam in casu anguli summe obtusi globus incurrens A pergit sine ulla

1 spectanti (1) mobilia ante ictum aequibilater ad se (2) seu mobilia L 2 circulatione (1) postea (2) et L 2f. posset (1) regula (2) Tabula (a) AB (b) mobilis, quae L 8 primum (1) omnes (2) tres L 8 aequales, (1) ex (2) et L 14 cum (1) B et C (2) ex L 14–16 rectis (1) ponit (a) angulus sum. (b) ad dextram quidem angulus (2) angulum comprehendentibus [...] ad | dextram ändert Hrsg. | vero ponit angulus summe L 17 directum (1) ponantur (2) ponuntur L 18 concursus. (1) Et quidem in (a) casu (b) momento summe acuti anguli (2) Quae L 18 rudis (1) utilis jam tum esse potest (2) jam tum esse utilis potest L

repercussione. In casu anguli summe acuti, hoc est in eo casu, quo globus in alium directe incurrit duplum sui, utique reflectitur, ut a nobis dudum ostensum est, at in casu medio anguli recti mox ostendemus omnibus congruitatibus satisfieri, si globus incurrens post ictum quiescat. Unde consequens est in casu anguli acuti, globum incurrentem repellit, in casu vero anguli obtusi eum progredi post ictum. Et quia in extremis res per se aut ex superioribus manifesta est, videamus de medio; nempe in casu anguli recti. 5



[Fig. 15]

Et ponamus globum A incurrende inaequales globos B et D , quiescentes, ita ut coincid[ant] $1B$ et $2B$, item et $1D$ et $2D$. Et consideremus mobilia tanquam puncta, sic ut coincident puncta $2A$, $2B$, $2D$, $2C$. Centrum gravitatis autem sit C , et patet $1C_2C$ esse in recta $1A_2C$, ejusque tertiam partem, quia BD duplum ipsius A . In recta igitur $1A_2C$ producta sumatur $2C_3C$ aequalis ipsi $1C_2C$, dabiturque $3C$ locus indubitatus centri gravitatis post ictum. Si jam ponamus corpus percussum quiescens continuare motum in linea recta quae centra percutientis et percussi jungit[,] itaque si compleatur quadratum 10

1 directe erg. L 2 ut (1) a (2) supra (3) a nobis dudum L 3 anguli (1) acuti (2) recti L
 3 omnibus (1) desideriis (a) se (b) satisfieri si ponat (2) congruitatibus L 5 vero anguli (1) acuti
 (2) obtusi L 5 ictum. (1) Sed primum vi (2) Et L 6f. recti. (1) Videamus ergo quid fiat,
 si ponamus (2) Et L 8 coincident L ändert Hrsg. 10 quia | pondus gestr. | BD duplum
 | ponderis gestr. | ipsius A . L 11 $1C_2C$, (1) erit (2) dabiturque L 12 percussum (1) in
 (2) quiescens L

[Fig. 15]: Ein gestrichelter Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

$L_1 A M_2 C$, et ex superiorum compositionum regulis ${}_1 A$ ita impinget in ${}_1 B$ vel ${}_2 B$, perinde ac si veniret recta $M_2 B$ quo pacto quiesceret A in ${}_2 A$ et B pergeret celeritate et directione ${}_2 B [{}_3 B]$ aequ. $M_2 A$. Eodem modo, A incurrere videbitur in D celeritate $L_2 D$ quo pacto quiesceret A in ${}_2 A$, at D iret directione et celeritate ${}_2 D {}_3 D$ aequ. $L_2 A$, et ita ${}_2 A$, tota potentia, (quadratis scil. $L_2 A$, et $M_2 A$ quae aequaliter quadrato ${}_1 A {}_2 A$) impensa in B et D , quiesceret. Eaque ratione servabitur et regula de via centri gravitatis. Ajo enim ${}_3 C$ quale supra definivimus fore centrum gravitatis ipsius ${}_2 A$, et ipsorum ${}_3 B {}_3 D$. Jungatur enim recta ${}_3 B {}_3 D$ cui ${}_2 C {}_3 C$ producta occurret in medio ${}_3 E$ quod erit centrum gravitatis ipsorum ${}_3 B$ et ${}_3 D$. Quod si ${}_3 C {}_3 E$ est dimidium ipsius ${}_2 C {}_3 C$ seu ${}_2 A {}_3 C$, utique ${}_3 C$ erit 5 centrum gravitatis ipsorum ${}_2 A$, ${}_3 B$, ${}_3 D$. Est autem ${}_2 C {}_3 C = {}_1 C {}_2 C$ = triens de ${}_1 A {}_2 A$ = duo trientes de ${}_2 C {}_3 E$ (quia ${}_2 C {}_3 E = {}_2 C N$ = dimid. ${}_1 A {}_2 A$). Ergo ${}_2 C {}_3 C$ = duo trientes de ${}_2 C {}_3 E$. Ergo ${}_3 C {}_3 E$ est unus triens de ${}_2 C {}_3 E$, adeoque ${}_3 C {}_3 E$ est dimid. ipsius ${}_2 C {}_3 C$ ut asserebatur. Verum id quod in prioribus observavimus, hac Methodo obtineri non potest, ut centrum 10 gravitatis percussi et percutientis, ante et post ictum aequali sumto tempore aequaliter a se invicem distent, seu ut eadem sit velocitas respectiva ante et post ictum. Nam ${}_3 A {}_3 E$ seu ${}_2 C {}_3 E$ (coincident enim ${}_3 A$ et ${}_2 C$ ob quietem ipsius A post ictum) est dimidia ipsius ${}_1 A {}_1 E$ seu ${}_1 A {}_1 B$ seu ${}_1 A {}_1 D$ (coincidit enim ${}_1 E$ cum 15 ipsis ${}_1 B$ et ${}_1 D$).

Videamus autem quid esset proditurum si vellemus etiam celeritatem respectivam servari, tunc autem sumi deberet ${}_3 C ({}_3 E) = {}_1 C {}_1 E = {}_1 C {}_2 C$ et ${}_3 C ({}_3 A) = {}_1 C {}_1 A$ et $({}_3 A)$ 20 incidet in ${}_1 C$, adeoque repelletur A , ejusque directio et celeritas post ictum erit ${}_2 C ({}_3 A)$ et centro M intervallo ${}_2 A ({}_3 A)$ describatur arcus circuli secans circulum circa diametrum ${}_1 A {}_2 A$ (per L et M) descriptum in P . Jungatur LP , patet de potentia ipsius ${}_1 A {}_2 A$, (quae est potentia ante ictum) nunc potentiam PM detractam assignari ipsi A ad reflectendum, a ${}_2 A$ ad $({}_3 A)$. Residuum vero, nempe potentiam LP , aequaliter distribui debere inter 25 corpora B et C . Quod ut fiat transferatur LP in LQ (partem ipsius LM) et ex Q in

2 quiesceret (1) in (2) $A L$ 3 ${}_2 B {}_3 C$ L ändert Hrsg. 4 aequ. (1) M (2) $L_2 D$, (3) $L_2 A$, (a) ita
 (b) et ita L 5 quadrato (1) $M_2 D$ (2) ${}_1 A {}_2 A$) L 7 centrum gravitatis (1), A quie (2) ipsius L
 7f. ipsorum ${}_3 B {}_3 D$. (1) Jungantur (2) Jungatur enim | recta erg. | ${}_3 B {}_3 D$ (a) et in (b) cui L 10f. autem
 (1) ${}_2 C {}_3 C = {}_1 C {}_2 C = (a) \frac{1}{3}$ (b) tertia par ${}_1 A {}_2 A = \frac{2}{3} {}_2 C E$ | (quia streicht Hrsg. | ${}_2 C {}_3 E = {}_2 C N = \frac{1}{2} {}_1 A {}_2 A$
 (2) ${}_2 C {}_3 C = {}_1 C {}_2 C = [...] = {}_2 C N = (a) \frac{1}{2}$ (b) dimid. ${}_1 A {}_2 A$). L 14 ictum (1) aequaliter (2) aequali L
 15f. ${}_3 A {}_3 E$ (1) dimidia est (2) seu ${}_2 C {}_3 E$ (a) dimidia (b) (coincident L 20 ejusque (1) via et
 (2) directio L 21 M (1) radio (2) intervallo L 21 describatur (1) circulus (2) arcus circuli L
 21 circulum (1) centro N (2) circa L 22 de potentia (1) ipsius A (2) prima ip (3) ip (4) ipsius L

L₁A ducatur normalis *QR*, erunt *LR* et *QR* aequales, earumque et potentiae inter se aequales aequabunt simul sumtae potentiam ipsius *LQ* seu *LP*. Igitur si per (*3E*) ducatur recta parallela ipsi *LM* inque ea sumantur puncta (*3B*) et (*3C*) sic ut *2B₃B* (hoc est *2C₃B*) et *2D₃D* (hoc est *2C₃D*) sunt ipsi *LR* vel *QR* aequales, designabunt *2B₃B* et *2D₃D* celeritatem et directionem ipsorum *B* et *D* post ictum ex Hypothesi servanda celeritatis respectivae. Sed videamus an hoc sit possibile seu an recta aequalis ipsi *LR* ex *2C* usque ad parallelam ipsi *LN* ductam per (*3E*) attingere possit. De quo cum dubitari possit, hoc ipsum sufficit, ut de hac Methodo dubitemus, videntur enim casus saltem futuri, ubi res non succedat, sed videamus. Ut ea pertingere possint, oportet ut *LR* sit major quam *2C(3E)* seu quam *1A₁C* (nam cum (*3A*)*3E* sit ex Hypothesi aeq. *1A₂C* demto 10 communi (*3A*)*2C* seu *1C₂C*, restabit *1A₁C* = *2C(3E)*). Sed *1A₁C* est duae tertiae de *1A₂A*. Videndum ergo an *LR* sit majus quam duae tertiae ipsius *1A₁C*. Est autem bis *LR*² = *LQ*² = *LP*² = *LM*² - *PM*² = *1A₂A*² - *1C₂C*² = 1 - $\frac{1}{9}$ = 8 : 9. Ergo *LR*² = 4 : 9. Ergo *LR* = 2 : 3 seu *LR* = *1A₁C* = *2C₃E*. Quod est notabile. Unde sequeretur (*3B*) et (*3D*) coincidere in (*3E*) seu mobilia duo *B* et *D* post ictum ita moveri ac si essent 15 connexa in unum, quod est absurdum, ambo enim obliquo ictu nonnihil in latus (-) ergo impossibile est hic servari celeritatem respectivam. Potius ergo servanda est *summa* compositarum potentiarum et directionum, quae exitum invenit.

[96 r°] Quod si quis medium aliquod invenire velit, ita ut neutra lex integre servetur, sed utraque alteri nonnihil cedat, difficile videtur modum invenire tam heterogenea inter 20 se contemperandi. Praeterea considerandum [est] legem illam de servanda celeritate re-

20f. *Neben* contemperandi: Quid si haec contemperatio obtineri possit fingendo utrumque separativim succedere, quasi idem corpus si in duo divideret, et deinde quaerendo viam centri gravitatis amborum, quae erit vera via contemperata.

1 earumque | et erg. | potentiae (1) aequales et simul sumtae aequabunt (2) | inter streicht Hrsg. | (3) inter *L* 2 Igitur (1) si in recta *1C(3E)* parallela ipsi *LM* (vel *3B₃D* (2) si *L* 4 designabunt (1) viam (2) *2B₃B* *L* 10 seu quam (1) *1AE* (2) *1A₁C* *L* 11 communi (1) *1A₁C* seu (2) (*3A*)*2C* *L* 12f. *1A₂A*. (1) Ergo majus quam *L1A* (2) constat enim latus in quadrato esse minus quam duabus tertiiis diagonalis, nam (a) harum (b) hujus quadratum 4 : 9 (3) Videndum [...] Est (a) autem (b) autem (aa) *LR*² = aequ. dimid. *LQ*² = dimid. *LP*² = dim. (bb) bis *LR*² *L* 15 mobilia (1) post (2) duo *L* 17 impossible est (1) servari (2) hic servari (a) legem (b) celeritatem *L* 21 esst *L* ändert Hrsg. 21 servanda (1) celerita (2) distantia (3) celeritate *L*

spectiva nullam habere causam generalem, et quod in duorum corporum concursu locum habet lucro imputari posse; quod vero in aliis locum non habet, de eo nos non debere queri. Nam illud tantum sequitur secundum eam lineam, in qua exercetur vis ictus, nempe in Hypothesi globorum in linea transeunte per eorum centra ipso momento concursus, sumi debere aequalem vim compressionis qua unum mobile in alterum penetrare conatur, et recessus quo a se invicem iterum rejiciuntur.

Quando autem unum mobile in duo simul incurrit videndum erit an aliquando minor sit vis ictus, quam si unum eorum tantum adesset, unde sequeretur etiam in linea per centra ducta non fore eandem celeritatem recessionis, quae fuit accessionis, seu ne in illa quidem servatum iri celeritatem respectivam. Considerandum praeterea vim ictus ita posse aestimari sive corpora tantum duo, sive plura concurrent, ut sit differentia inter vim qua corpora pergerent simul, si essent tenacia seu simul cohaererent, (seu si simul irent centri gravitatis celeritate) et inter vim totalem. Nam in casu tenacitatis, seu simultanei progressus tota vis ictus perditur residuo motu omnium cum centro gravitatis. Hinc in supradicta figura (quae est pagina tertia praecedentis [plagulae]) obliquos duorum corporum etiam inaequalium concursus continente. Post ictum corporum *A* et *B*, in $\angle C$, si quidem corpora essent tenacia, et cohaerescerent ictu, ambo pergent in linea $\angle C_3 C$, id est in $\angle C_3 K$ et $\angle K_3 C$, compressio ergo eorum fiet reliqua vi. Videamus ergo si vim illam in tenacibus perduto ictu residuum detrahamus a vi tota quae fuit ante ictum, quid

3 qua (1) fit (2) exercetur *L* 3f. ictus, (1) necesse esse ut aequalis sit (a) celeritas respectiva (b) vis qua corpora (2) nempe (a) in linea quae transit (b) in (aa) Hypothesi globorum (bb) lin (c) in Hypothesi globorum *L* 5 vim (1) compre (2) qua (3) compressionis *L* 7 autem (1) duo (2) unum *L* 7 incurrit (1) minor est vis ictus, quam (2) videndum *L* 9 eadem (1) vim (2) celeritatem *L* 11 aestimari (1); ut (2) sive (a) plura (b) corpora *L* 13 irent (1) via (2) centri *L* 15f. in supradicta (1) figura (a) obliquum (b) obliquo (c) obliquos duorum corporum (aa) concursus continente (bb) ut (2) fig (3) figura (quae est (a) figura secunda (b) pagina tertia praecedentis | paginæ ändert Hrsg. |) obliquos duorum corporum (aa) concursus continente (bb) in (cc) etiam inaequalium concursus continente. *L* 16 ictum corporum (1) *B* et *C* in (2) *A* *L* 17f. linea (1) $1C$ (2) $2C_3 C$, (a) id est in $2C_3 K$ et in $3K_3 C$. Ob ictum vero (b) id est in $2C_3 K$ et $3K_3 C$, (aa) quemadmodum venerunt (bb) | perinde ac streicht Hrsg. | si venissent in recta $1C_2 C$, hoc est in $1C_1 K$ et $1K_2 C$. At vero venerunt non tantum celerita (cc) pe (dd) compressio *L* 18 vi. (1) Ja (2) Qua qualis (3) Vim (4) Videamus *L*

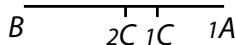
15f. in supradicta figura [...] continente: Gemeint ist [Fig. 13], die zweite Figur auf der dritten Seite des vorherigen Bogens (Bl. 99 r°).

residuum sit. Vis tota autem est A in potentiam $\sqrt{A_2C}$ et B in potentiam $\sqrt{B_2C}$, vis detrahenda est $A + B$ in potentiam $\sqrt{C_2C}$. Seu A in quadr. $\sqrt{A_2C}$ et B in quadr. $\sqrt{B_2C} - \sqrt{A+B}$ in quadr. $\sqrt{C_2C} =$ potentiae ictus. Jam $\sqrt{C_1K}$ in $\sqrt{A+B} = A$ in $\sqrt{A_1E}$, et B in $\sqrt{B_1F}$ et $\sqrt{K_2C} \sqrt{A+B} = A$ in $\sqrt{E_2C} - B$ in $\sqrt{F_2C}$. Et $\frac{\sqrt{C_2C}}{\sqrt{A+B}} = \frac{\sqrt{C_1K}}{\sqrt{A_1E}} + \frac{\sqrt{K_2C}}{\sqrt{B_1F}}$. Ergo qu. $\sqrt{C_2C}$ in $\sqrt{A+B} = \boxed{2} \sqrt{A}$ in $\sqrt{A_1E} + B$ in $\sqrt{B_1F} + \boxed{2} \sqrt{A}$ in $\sqrt{E_2C} - B$ in $\sqrt{F_2C}$, : $\sqrt{A+B}$ quae est 5 potentia ictus, detrahenda ab A in $\sqrt{A_1E}^2 + \sqrt{E_2C}^2 + B$ in $\sqrt{B_1F}^2 + \sqrt{F_2C}^2$. Unde residuum erit $(A^2 \text{ in } \sqrt{A_1E}^2) + (A^2 \text{ in } \sqrt{E_2C}^2) + AB \text{ in } \sqrt{A_1E}^2 + AB \text{ in } \sqrt{E_2C}^2 + AB \text{ in } \sqrt{B_1F}^2 + AB \text{ in } \sqrt{F_2C}^2 + (B^2 \text{ in } \sqrt{B_1F}^2) + (B^2 \text{ in } \sqrt{F_2C}^2) - (A^2 \text{ in } \sqrt{A_1E}^2) - (B^2 \text{ in } \sqrt{B_1F}^2) - 2AB \text{ in } \sqrt{A_1E} \cdot \sqrt{B_1F} - (A^2 \text{ in } \sqrt{E_2C}^2) - (B^2 \text{ in } \sqrt{F_2C}^2) + 2AB \text{ in } \sqrt{E_2C} \cdot \sqrt{F_2C}$, : $\sqrt{A+B}$.

Seu residuum erit $\frac{AB}{A+B} \boxed{2} \sqrt{B_1F} - \sqrt{A_1E} + \boxed{2} \sqrt{F_2C} + \sqrt{E_2C}$, quae est potentia ic- 10 tus. Seu $\frac{AB}{A+B} \sqrt{B_1M}^2 + \sqrt{M_1A}^2$ seu $\frac{AB}{A+B} \sqrt{B_1A}^2$, quae si applicetur ad $A + B$ dabit $AB \boxed{2} \frac{\sqrt{B_1A}}{A+B}$ cuius latus $\frac{\sqrt{B_1A}}{A+B} \sqrt{A \cdot B}$ est celeritas qua si corpora simul ferrentur simul exprimeret vim ictus. Jam si A exprimamus per $\sqrt{B_1C}$ et B per $\sqrt{A_1C}$ ut solet, fiet $\sqrt{B_1A} = A + B$. et fiet celeritas illa $\sqrt{A \cdot B}$, seu $\sqrt{\sqrt{A_1C} \cdot \sqrt{B_1C}}$, seu si corporum summa feratur celeritate media proportionali inter celeritates respectivas reciproce inter ipsa 15

1 sit. (1) Vis autem tota erat A in $\sqrt{A_1E}$ et in $\sqrt{E_2C}$ (2) Vis L 2 potentiam $\sqrt{C_2C}$. (1) Est autem (2) Seu L 3 $\sqrt{A+B}$ in (1) $\sqrt{C_2C}$ (2) quadr. $\sqrt{C_2C} L$ 3 Jam (1) $\sqrt{C_2C}$ in (2) $\sqrt{C_1K}$ in L 3f. $\sqrt{B_1F}$ et (1) $\sqrt{K_2C} = \sqrt{A} \sqrt{E_2C}$ (3) $\sqrt{K_2C} \sqrt{A+B} = A$ | in erg. | $\sqrt{E_2C} L$ 4 $\sqrt{C} L$ ändert Hrsg. 4 $\sqrt{K_2C}^2 =$ streicht Hrsg. | . Ergo L 10f. $\boxed{2} \sqrt{F_2C} + \sqrt{E_2C}$, (1) seu potentia ictus jam $\sqrt{2} \sqrt{B_1F} - \sqrt{A_1E} + (\boxed{2} \sqrt{F_2C} + \sqrt{E_2C})$ seu (2) (seu (3) quae est potentia ictus. Seu L 11 $\sqrt{B_1A}^2$ (1). Seu vis ictus (2), quae L 12 $AB \boxed{2} \frac{\sqrt{B_1A}}{A+B}$ (1) quae est celeritas qua (2) cuius latus (a) est celeritas (b) $\frac{\sqrt{B_1A}}{A+B} \sqrt{A \cdot B} L$ 12 simul erg. L 12f. ferrentur (1) vim (2) simul exprimeret vim L 13 ictus (1), seu celeritas cuius potentia | in streicht Hrsg. | (a) corpus ducta ex (b) corporum summam ducta exprimeret vim ictus, est (aa) medi (bb) ad celeritatem appropinquationis | ($\sqrt{A \cdot B}$) ut streicht Hrsg. | $\sqrt{A \cdot B}$ media (aaa) portionalis (bbb) portionalis inter corpora, seu si corpus proportione medium inter corpora | ea streicht Hrsg. | (aaaa) celeritate (bbbb) ferretur celeritate appropinquationis (aaaaa) exprimeret vim ictus (bbbbb) | tantum virium streicht Hrsg. | haberet, quantum in ipso ictu inest. (2). Jam L 14f. $\sqrt{A \cdot B}$, (1) seu $\sqrt{\sqrt{A_1C} \cdot \sqrt{B_1C}}$ in (2) seu $\sqrt{\sqrt{A_1C} \cdot \sqrt{B_1C}}$, seu si (a) corpora fe (b) corporum (aa) summam (bb) summa L

distributas, habebit tantum virium quantum absumitur in ictum.



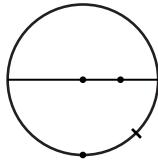
[Fig. 16]

Si corpora in linea recta concurrenter brevior foret calculus; A in quadr. ${}_1A_2C + B$ in qu. ${}_1B_2C - \overline{A} + \overline{B}$ in qu. ${}_1C_2C$ = potentiae ictus; jam quia via centri gravitatis in summam corporum aequatur summae si eodem tendunt, differentiae si in diversa tendunt, quantitatum motus corporum si lineae motus in parallelis ad viam centri grav. sumantur; hinc $\overline{1C_2C}$ in $A+B$ = A in ${}_1A_2C - B$ in ${}_1B_2C$. Ergo $\overline{1C_2C}^2$ in $\overline{A+B} = \overline{A}$ in ${}_1A_2C - B$ in ${}_1B_2C$:
5 $A+B$. Et potentia ictus, multiplicata per $A+B$ erit: $\boxed{A^2 \text{ in } \overline{1A_2C}^2} + AB \text{ in } \overline{1A_2C}^2 + BA$
in $\overline{1B_2C}^2$ $\boxed{+B^2 \text{ in } \overline{1B_2C}^2}$ $\boxed{-A^2 \cdot \overline{1A_2C}^2}$ $+2AB \cdot {}_1A_2C \cdot {}_1B_2C \boxed{-B^2 \cdot \overline{1B_2C}^2}$. Seu potentia ipsa ictus erit $\frac{AB}{A+B} \boxed{2} \overline{1A_2C + 1B_2C}$ seu $\frac{AB}{A+B} \overline{1A_1B}^2$. Unde posito ${}_1A_1C = A$ et
10 ${}_1B_1C = B$ fiet $A+B = {}_1A_1B$, et potentia ictus denique erit AB in ${}_1A_1B$. Hinc $AB + \overline{1C_2C}^2$

6f. *Am Rand:* Haec in numeris comprobavi.

1f. ictum. (1) Hinc tota (a) vis (aa) ict (bb) corporum componitur ex sum (b) vis | duorum *gestr.* | corporum concurrentium exprimi potest per summam corporum | motam simul *streicht Hrsg.* | (aa) celeritate (bb) via composita ex via centri, et media proportionali inter distantias corporum | a centro *streicht Hrsg.* | (aaa) $\overline{a+b}$ in $c+\sqrt{ab} = (bbb)$ seu $a+b = \overline{a+b+\sqrt{ab}} = \overline{a+b}$ in $\overline{c+\sqrt{ab}}^2 = a$ in $v^2 + b$ in y^2 (ponendo v et y esse absolutas corporum velocitates, et c viam centri, et a , b , distantiam corporum a centro. Est autem $c = v - b = a^{\frac{1}{2}}y$. Ergo fiet: $a+b$ (aaaa) in (aaaaa) $a^{\frac{1}{2}}y$ (bbbb) $\overline{v-b+\sqrt{ab}}^2 = (bbb)$ in v^2 (2) Si corpora $L = 2$ corpora | in erg. | linea $L = 4$ corporum (1) eodem tende (2) aequatur L 4f. diversa tendunt, | in *gestr.* | quantitatum $L = 5$ corporum (1) modo motus sint in rectis (2) si L 5f. hinc (1) $\overline{1C_2C}^2$ in (a) $\overline{A+B} = \overline{A}$ in ${}_1A_2C - B$ in ${}_1B_2C$ (b) | in *gestr.* | $A+B$ (2) Ergo potentia ictus erit: A in $\overline{1A_2C}^2 + B$ in $\overline{1B_2C} = (3)$ | in *streicht Hrsg.* | ${}_1C_2C$ in [...] Ergo | Ergo *streicht Hrsg.* | $\overline{1C_2C} L$ 7 erit: (1) A in $\overline{1A_2C}^2 + B$ in $\overline{1B_2C}^2$: (2) $\langle - \rangle$ in $A+$ (3) $\boxed{A^2 \text{ in } \overline{1A_2C}^2} L$ 8f. potentia (1) ipsius (2) ipsa $L = 9$ seu $\frac{AB}{A+B}$ (1) $\boxed{2}$ (2) AC (3) $\overline{1A_1B}^2$. (a) Sed (b) Unde $L = 10$ -S. 725.1 in ${}_1A_1B$. (1) Hinc (2) Hinc (a) AB in $\overline{A+B} + (b) AB + \overline{1C_2C}^2$ in $\overline{A+B} = A L$

in $\overline{A+B} = A$ seu $\overline{\iota A_1 C \text{ in } \iota B_1 C + \iota C_2 C^2}$ in $\iota A_1 B = \iota B_1 C$ in $\overline{\iota A_2 C^2} + \iota A_1 C$ in $\overline{\iota B_2 C^2}$.
[96 v^o]



[Fig. 17, gestr.]

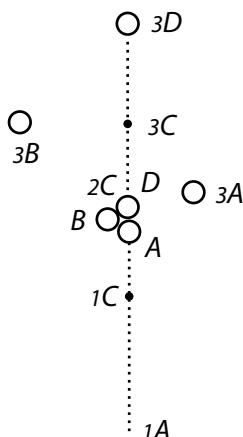
Feliciter autem evenit, ut revera hoc modo vis ictus etiam ea sit absolute, quae attribuitur alias in fictione celeritatis respectivae in corpora reciproce distributae, nam ita vis erit A in $B^2 + B$ in A^2 , hoc est $AB^2 + BA^2$, hoc est $\overline{A+B}$ in AB , ut ante. Et ita fictio 5 celeritatis respectivae reciproce distributae fit vera. Et hinc consequens esse videtur ut illa Hypothesi nullus committatur error in summa virium, dum navi tribuimus motum centri gravitatis, corporibus vero eum quo opus est, ut prodeat casus datus spectanti extra navem. Vel potius quia navis in obliquo motu non aeque succedit, ut corporibus in 10 momento concursus tribuatur conatus compositus ex conatu communi cum motu centri gravitatis et eo quo opus est ut prodeat conatus datus absolutus.

In corporum autem plurium concursu, res non plane eodem modo succedere potest, quia non servatur eadem celeritas respectiva ante et post ictum, nihilominus investiganda similiter erit vis ictus omnium simul detrahendo vim quam haberent omnia si ferrentur

1–3 in $\overline{\iota B_2 C^2}$. [96 v^o] (1) Videndum (2) Itaque videndum erit etiam in (a) illi (b) concursibus corporum plurium quam duorum, quomodo vis ictus. Haec autem vis ictus distribuenda est in corpora duo concurrentia, nec revera statuendum est ipsa in se invicem agere, vi quam haberent, si A ferretur recta $\iota A_1 C$, et B recta $\iota B_1 C$, ut in Hypothesi navis fingitur, etsi res ibi | reapse gestr. | succedat ob compensationem. Nam hoc modo vis ictus foret: (aa) A (bb) A in B (dd) A in B (ee) $2AB$ (ff) A in $B^2 + B$ in A^2 , seu AB in (3) Feliciter L 6–11 Et hinc [...] absolutus. erg. L 6 consequens (1) est (2) esse L 10 tribuatur (1) motus (2) conatus compositus ex (a) motu (b) motu (c) conatu L 11f. absolutus. (1) In corporum autem plurium (2) In corporum autem (3) In (a) corporibus (b) corporum autem plurium L 14 ictus (1), detrahendo (2) omnium L 14 quam (1) habent (2) haberent L

via centri gravitatis omnium communis, a vi omnium absoluta. Sed dispicienda est, si tria concurrent, quaenam debeat esse post ictum via centri gravita[ti]s duorum; et quantum illa a priore sua linea discedat. Sed nondum ibi apparet hactenus Theorema aliquod peculiare.

- 5 Caeterum ad determinandam melius regulam motum si plura concurrent, considerandum etiam illud est, effectum debere posse reproducere causam, et regulas ita debere concipi, ut, si corpora B et D ex quiete impulsa a corpore A ipsorum loco post ictum quiescente, et motum aliquandiu continuantia reflectantur atque revertantur eadem celeritate et inversa directione, ut locum suum praecise recipiant, tunc ipsa debere vi 10 earundem regularum, quas constituemus, recipere priorem quietem, et corpori reddere suum motum.



[Fig. 18]

Videndum etiam quid contingat, si corpus A incurrat in B et D , non eodem modo sed

1 gravitatis (1), a vi (2) omnium L 1 est, (1) quaenam debeat esse proprietas viae centri (2) si L
 2 ictum (1) viae (2) via L 2 gravitas L ändert Hrsg. 6 et (1) ita (2) regulas L 7 B et D
 (1) impulsa (2) ex quiete L 7f. corpore A | (1) quod eorum loco viciss (2) ipsorum loco post ictum
 quiescente, erg. | et L 8 reflectantur (1) a corpore ea (2) atque (a) reflectantur (b) revertantur L
 9 debere (1) ex (2) vi L 12–S. 727.1 incurrat (1) ita in B et D , ut (2) in B et D , non eodem
 modo sed ita ut L

ita ut in D incurrat directe, in B oblique. Ubi notandum est, quod vi[a] centri gravitatis $1C_2C$ fere cadit in rectam $1A_2A$. Jam manifestum esse videtur corpus D , quippe directe impulsu[m], progredi post ictum in linea eadem AD continuata. Quod si praeterea et B progreditur in linea $2A_2B$ continuata; videntur omnia esse determinata, nam $2C_3C = 1C_2C$. Sumamus jam $3D$ utcunque in recta AC , trans $3C$, et inde ex $3D$ ducamus rectam in AB talem $3D_3B$, ut [per]pendicularis in hanc ex $3C$ ipsam $3B_3D$ bisecet; idque intervallum erit ipsius $3C_3A$ dimidium, in eadem recta per $3C$ et medium inter $3B$ et $3D$, continuata. Et ita habebitur et $3A$. Habentur ergo omnia $3B$, $3D$, $3A$, ex assumto uno; ipsum unum autem ita assumi debet, ut summa potentiarum, sit eadem quae ante, habetur ergo et $3D$ quod initio assumptum videbatur pro arbitrio. Quod accurate prosequi operae pretium 10 foret. Sed haec ut dixi supponunt motus in lineis impulsuum continuari a paciente. Sed fortasse regula non semper per omnia vera est, et fieri potest ut eo casu, quo B attingit D , duo corpora ob contactum sese mutuo nonnihil comprimant et in latus impellant, extra lineam quae alioqui ipsis deberetur.

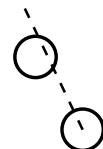
Insigne in primis indicium veritatis est, si paradoxus seu inexpectatus prodeat consensus; inexpectatum hic voco saltem, quem quis sola data inspiciens non potuissest polliceri: ita si via centri gravitatis non considerata eventus ostendat eam servari, vel si celeritate respectiva non observata in datis eventus calculi ostendat eam [servari], vel denique si potentia non observata in datis, eventus tamen eam servari ostendat, quod in primis eleganter fit in illa fictione.

Considerandum etiam illud invenio globum qui in alterum aequalem quiescentem incurrit succedere in ejus locum, ut supra notavi occasione experimenti de nummo, qui prius ponitur sub quiescente, et qui postea invenitur sub incurrente. Scilicet post ictum non statim quiescit, sed aliquandiu procedit. Et quidem initio globus incurrens non pellit loco globum, nisi infinitesime infinitesime, seu dat ei celeritatem infinite parvam qua-

1f. oblique. (1) Ubi magnam esse video difficultatem ex eo, quod centrum gravitatis debet continu (2) Ubi notandum est, quod (a) centrum (b) | vi ändert Hrsg. | centri gravitatis (aa) $1A_1C$ (bb) $1C_2C$ L 2 esse (1) arbitror (2) videtur L 3 continuata. (1) Ex quo videtur (2) Quod L 6 talem (1), ut per (2) $3D_3B$, ut | pendicularis ändert Hrsg. | in L 6 bisecet; (1) quae (2) idque L 8 omnia (1) ex assumto (2) $3B$, L 15f. consensus; (1) vel (2) inexpectatum L 18 non (1) servata (2) observata L 18 in datis erg. L 18 observari L ändert Hrsg. 21 invenio (1) corpus (2) globum (a) aequalem (b) qui L 25 globum, (1) nisi forte insensi (2) nisi infinites infinitesime, L 25-S. 728.1 qualis est mortua, (1) seu (2) (v.)g. gravis incipientis erg. L

22f. ut [...] incurrente: Siehe S. 715.18–21.

lis est mortua, *<v.>*g. gravis incipientis, quia potius elastrum nonnihil comprimitur quam ut celeritas viva oriatur, nam Elastrum omne nonnihil cedit. Interim paulatim crescit et celeritas corporis excipientis decrescente incurrentis celeritate; et tensio Elastri, idque tamdiu, donec difficilius sit elastrum amplius tendere quam celeritatem majorem corpori dare, quo facto minus augetur elastrum, quam celeritas. Comparatur autem Elastrum et celeritas ita, ut celeritatis vis eadem sit quae Elastri quod huic corpori hanc celeritatem dare potest; porro quando corpus incurrans per ictum repercutitur, tunc tamdiu continuatur compressio, donec corpus incurrans quiescat; quo facto paulatim vi Elastri se restituentis novam celeritatem retrorsum accipit. Quando autem corpus incurrans pergit, tamdiu continuatur compressio, donec major fiat celeritas excipientis quam incurrentis, quo facto separantur. Re recte considerata corpus incurrans non impellit immediate excipiens, sed comprimit. Elastrum vero est, quod excipienti statim aliquem dat conatum seu initium accelerationis. Si corpus unum oblique incurrat in aliud considerandum est quantum in ipsum penetrare conetur dum motum suum continuat.



[Fig. 19]

[97 r^o] Posito quod Elastrum est quod corpus ictum propellit, sequitur lineam motus semper fore in linea qua corpora ista compressa separantur, quae est in globis linea motus eorum centra jungens. Hinc quoad directionem impulsi non est habenda ratio lineae impulsus. Distinguendum tamen hic si corpora nonnihil crassitie notabilis habent

1 potius (1) elaterium (2) elastrum L 3 excipientis (1) (decrescente vi (a) incurrentis celeritas) (2) decrescente incurrentis celeritate; L 5 celeritas. (1) Porro quando (2) Comparatur L 6 ut (1) celeritas (2) celeritatis L 8f. se restituentis *erg.* L 12 comprimit. (1) Excipiens vero (2) Hinc si (3) Elastrum vero L 12 statim (1) aliquod (2) aliquem L 13 accelerationis. (1) Hinc si (2) Si L 15 corpus (1) impulsum (2) ictum L 16 in linea (1) duorum (2) qua L 18 hic (1) inter (2) si L

[Fig. 19]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

inter primum et ultimum impulsus momentum, quia impulsus ut dixi aliquandiu durat. Alia enim linea directionis ex primo momento impulsus, alia ex aliis orietur, an autem praevaleat ultima, an alia, dispiciendum. Sed cessat ea quaestio, quando ut initio facio, globos considero ut puncta ut illam difficultatem abscondam.

Caeterum haec locum habent[:] si excipiens quiescat sin similiter moveatur, potentia ejus in duas dividenda est[,] unam in linea per centra, altera in perpendiculari ad eam. Sed si tria corpora simul moveantur, et concurrent, vel etiam plura, non bene appetet, quomodo instituenda partitio. Si unum incurrat in duo quiescentia videtur ex positis his tribus principiis[,] quod servetur potentia et directio totalis, et linea per centra; problema solvi.

10

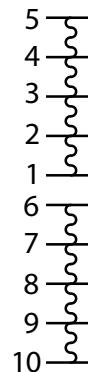
Quia determinare possumus ex dictis quid fiat si corpus impingat in duo quiescentia, poterimus etiam vicissim definire quid fiat si duo corpora simul impingant in unum quiescens, redibit enim prior status. Atque hinc judicari potest, quomodo corpus moveri debeat, quod diversa Elastræ in diversas partes movent, et quomodo inter ipsa eligatur medium directionis. Quemadmodum ex incursu corporis in duo cognoscere possumus, 15 quomodo is vim suam dividat. Hinc jam licebit credo etiam ad eum casum pervenire quo omnia tria moventur. Si plura sint corpora diversis eligendi considerationes modis debet semper idem prodire.

Causa cur ictus idem sit, cuicunque ex corporibus tribuamus motum, est quod corpus quiescens resistit motui novo, quemadmodum motum quieti utrumque mutationi 20 subitae, quae omnino fieri momento non potest. Hinc cum utrobique par sit causa resistendi, vis distribuitur ut corpora. Et revera concipi semper potest aequalia esse tantum quae concurrent initio quasi ex meris duris aequalibus per Elastræ connexis constarent corpora. Etsi enim revera contingat, ut corpus majus tardius moveatur, hoc ex eo ori- 25 tur, quod ex pluribus partibus moveatur, quarum priores vim jam consumsere. Itaque ex

11–16 *Am Rand:* (Optimum est hic uti supradicta fictione qua corpus multiplicari seu in plura dividi fingitur)

1f. durat. (1) An autem (a) ultimum (b) ultimum obtineat, an vero medium | aliquod *erg.* | , dispi-
ciendum est (2) Linea (3) Alia (a) autem (b) enim linea (aa) impulsus (bb) directionis *L* 6 unam
| qua pergit, *gestr.* | in *L* 10f. solvi. (1) Ex his (2) Quia *L* 11 ex (1) positis (2) dictis *L*
21 subitae *erg. L* 21f. resistendi, (1) | fit denique ut *streicht Hrsg.* | (2) perinde sit ac si vis
distribuatur (3) vis distribuitur *L* 23 meris (1) atomis (2) duris *L* 24 tardius (1) resistat
(2) moveatur, *L*

sola hac natura Elastri et fictione corporum aequalium indefinite parvorum, et infinite durorum, debent omnia posse explicari, sine ulla ratione habita vel servanda potentiae, vel servanda directionis licet exitus ratiocinationis ostendat, uti certe ostendere debet, quod ista feliciter serventur.



[Fig. 20]

5 Ut naturam ictus explicemus paulo distinctius, consideremus casum admodum simplicem, cui tamen analogicum aliquid in omni corpore intelligi possit. Et sumamus duo corpora 1 2 3 4 5 et 6 7 8 9 10, constantia velut ex laminis duris, inter se aequalibus et parallelis, quae filis flexibilibus elasticis connectantur. Laminas autem istas consideremus ut infinite duras et inflexiles, abstrahentes animum ab earum flexilitate et partibus aliis
10 ex quibus similiter connectuntur, quia alioqui subdividendo itur in infinitum. Concipiamus etiam has laminas ut infinite parvas, quemadmodum fila seu laminarum intervalla. Ponamus jam corpus 1.5 incurrere in corpus quiescens 6.10, et speciatim laminam 1 incurrere in laminam 6. Primum ajo totum corpus 6.10 hoc incursu nondum impelli. Cujus ratio est quod filum 6.7 comprimere quoad tantillum, infinitae est facilitatis, quia nullum elastrum tam forte est, quod non quantulacunque vi aliquantulum comprimi possit.
15 Quoad primum initium ergo, cum ejus resistentia sit nulla resistentia assignabili major,

1 natura | Elastri gestr., wieder gültig gemacht Hrsg. | (1) ex su (2) et (a) suppositione (b) fictione L
3 licet (1) contingat (2) miribili ratione (3) exitus L 12 et (1) 1 incurrere in (2) speciatim L
14 ratio (1) erit (2) est L 14 comprimere (1) facilius est quam corpus 6.10 (a) tantillum (b) tan-
tillum, (2) quoad tantillum, L 16 cum (1) ipsum sit aliqua quovis (2) ejus resistentia sit (a) quovis
(b) nulla L

et ipsum immediate patiatur, hoc elastrum, cum sua lamina, nonnihil cedet. Quoniam autem idem est ictus cuicunque corpori tribuatur motus, itaque idem est ictus ac si laminae aequales 1 et 6 concurrerent motu aequali, ita ut ambae aequaliter reflectantur. Verum initio reflexionis elastrum ipsis infinitesime resistit, cum igitur impetum aliquem seu vim redeundi ambo conceperint; elastrum suum initio nihil cedet, sed quia continua magis magisque comprimetur statim inde comprimetur et nonnihil sequens elastrum, et hoc nonnihil ultra primum gradum tenso etiam tertium et ita porro, donec propagata utrinque pressione ad ultima Elastra, Elastra haec etiam sua corpora propellere consentur ex quibus id quod quiescit 6.10 nonnihil propellitur, sed celeritate infinite parva seu per spatium infinitesimis infinitesimum. Sciendum est enim ad motum corporis cujuscunq[ue] 10 quod non est infinite parvum, celeritatem vivam opus esse vi infinita respectu celeritatis mortuae. Initio igitur corpus tale habet celeritatem mortuam. Non autem putandum est tempore infinito opus esse, ad hanc propagationem per omnia Elastra, sed tantum partibus infinitis temporis finiti imo potius infinite parvi. Nam statim, ubi primum incepit tendi elastrum unum ultra primum gradum, tensa nonnihil sunt sed minus sequentia 15 omnia elastrum, et ipsum corpus impulsum est nonnihil. Ergo in tempore minore quovis dato factus jam est transitus per omnia licet infinita Elastra quae intelligi possunt (licet nos finitis hic contenti simus) inter 6 et 10. Itaque dicendum est primo statim impulsu laminae 1 in laminam 6 corpus 6.10 nonnihil propelli licet infinitesimis infinitesime, ut grave primo momento descensus. At corpus incurrens 5.1 non quidem repellitur hac reactione, 20 vim enim vivam habet progrediendi, quae ad mortuam habet rationem ut infinitum ad finitum; attamen nonnihil licet infinitesime retardatur in quantum alterum propellitur, ita ut praecise tantum virium ipsi decedat, quantum accedat alteri, quod initio seu primo momento forte aestimari poterit quantitate motus, ut in omni celeritate mortua. Haec jam de primo incursu. Porro hinc sequitur secundus, dum 1 et 6 quae a se invicem re- 25 cesserant rursus conjunguntur, sive ambobus se restituentibus post elastrum, sive ante restitutionem, dum corpus incurrens persequitur excipiens, quod ipsum hactenus non nisi infinitesima celeritate fugit. Novo ictu, sequitur novus impulsus corporis excipientis, qui varius est pro statu in quo elastrum sunt, cum novus fit concursus inter 1 et 6. Nam si is fiat

1 cedet. (1) Concipio autem (2) Quoniam *L* 2f. si (1) corpora (2) laminae *L* 5 suum | ab *gestr.* | initio *L* 6 magisque (1) premetur (2) comprimetur *L* 9f. per (1) spatia infinitesima (2) spatium (a) infinitesimum (b) infinitesies infinitesimum. *L* 10 motum *gestr.* *L*, wieder gültig gemacht Hrsg. 14 temporis (1) infiniti (2) finiti *L* 15 tensa | sunt streicht Hrsg. | nonnihil *L* 22 attamen (1) insensibiliter (2) nonnihil (a) seu (b) licet *L* 22 retardatur (1) vi (2) in *L* 28 excipientis, (1) qui videtur aequalis praecedenti (2) qui *L*

dum adhuc valde tensa, parumque restituta sunt, major est gradus propulsionis, totius corporis. Si vero plane omnia essent restituta, foret impulsus aequalis priori. [97 v°] Unde apparere videtur regulariter semper impulsus incrementum fore priore majus. Et ita continua crescit celeritas unius corporis[,], decrescit celeritas alterius. Et interim quoque 5 continua augebitur utriusque corporis compressio. Corpus tamen utrumque se ab aversa parte ictus nempe versus 5 et 10 se rursus conatur aperire. Interim cum haec ita aliquandiu durarunt, tandem fieri potest, ut totum excipiens celeritatem majorem accipiat quam quae superest ipsi incurrenti, quo facto incipient a se invicem separari, excipiente praecedente, licet interim aliquandiu adhuc fieri possit, ut laminae sese restitutionibus 10 attingant. Jam enim considero laminas huc illuc vibrari posse motu licet in toto corpore existente in certam plagam, tandem cum laminae sese non amplius attingere possunt vibrando, corpora separantur.

Verum hic rursus considero debere laminarum vibrationes seu vim Elasticam esse rursus consumtam pene totam, et in corpora denuo translatam, antequam ipsa separantur, deinde debere, si corpora sint aequalia, eodem tempore quo consumta est tota celeritas unius fieri separationem, tota vi in alterum translata. Si inaequalia sint, et id 15 quod incurrit in quiescens est post ictum, si sit minus repercutitur. Ut nunc non dicam quid fiat si moventur ambo. Necesse est autem corpus quod post ictum repercutitur, consumisse omnem vim ante corporum separationem, et quievisse, ut possit repelli paulatim. Contra corpus quod post ictum progreditur, adhuc partem motus retinet ante 20 separationem. Caeterum haec omnia demonstrabuntur optime ex natura ictus, si modo

1f. *Am Rand:* Minus enim impendi potest Elastro, quod magis tensum minus cedit.

1 sunt, (1) multa fit pr (2) major est L 2 corporis (1); minor (2). Cum enim (3). Si vero L 2 plane (1) ant (2) omnia essent restituta, L 4 alterius. (1) Et quidem si utrobique (2) Et quidem si utrobique sit aequalitas simul consumetur motus incurrentis, et acquirat (3) Et interim L 6 aperire. (1) Quod quidem in excipiente | prius quiescente *erg.* | succedit, cujus partes prorsum moventur, nempe 9 et 10 a 9 versus 10 moveri possunt, at vero in incurrente non succedit, quia ejus partes omnes moventur (a) versus (b) directione 1 2 etc. (aa) non (bb) unde non potest 2 moveri versus 1, nisi quatenus retardatur motus ab 1 versus 2, et vis transfertur in excipiens. (2) Interim L 9 laminae (1) inter (2) sese L 10 licet | continuo *gestr.* | in L 11 plagam, (1) unde (2) tandem L 13 vibrationes (1) et (2) seu L 14 corpora (1) translatam rursus (2) denuo translatam, antequam L 16f. id (1) in (2) quod L 21 si (1) vel (2) modo L

demonstretur corpora reciprocis concurrentia celeritatibus iisdem celeritatibus regredi, et fictionis hujus compensationem institui, per additi motus rursus factam destructionem. Ut autem haec accurate demonstrentur ex hoc quem delineare incepimus progressu compressionum et propulsionum in ictu, operaे pretium erit. Certum est corpora quaedam post ictum aliquandiu tremere, atque etiam sonare, etiam post separationem, et proinde in illis totam vim non refundi in corporum motus; attamen ostendendum est maximam partem refundi in eos, si corpora probe dura sint. Esset autem explicandum regula, quomodo cognito ex aliquibus experimentis quantum corpora quaedam absorbeant virium, motu partium suarum, postea, inde reliqua experimenta possint determinari.

Re recte expensa fortasse nulla in laminis concurrentibus 1 et 6 concipi debet reper-
cussio, quasi post ictum rursus a se separantur, nam cum 1 sit incurrens, et 6 excipiens,
ipsa quidem 1 non videtur posse repelliri, conatus enim quem ipsa acciperet recedendi, fo-
ret infinite parvus, at ipsa habet conatum veniendi vivum; itaque prosequetur coeptum
iter licet paulo tardius, et laminam 6 porro premet, et per consequens elastrum; at ita
continue comprimentur corpora magis magisque nam et dum laminae 1 motus retardatur, 15
in corpore incurrente, tamen laminae sequentes ejusdem corporis servato suo motu, nisi
quantum ejus retardatur per Elastrum[,] pergunt et ita utrumque corpus comprimitur.
Interim vero vi ipsius Elastri corpora repellere conantis a se invicem, nec corpus veniens
adhuc repellere potentis, ipsum excipiens propellitur, sed laminae tamen compressioni
vicinae magis.

5

20



[Fig. 21]

Accuratius cogitandum de motuum compositione, verbi gratia corpus fertur in pavimento ut navi, ipsa interim navi procedente. Videndum quae sit causa motus communis, cur globulus cum pavimento feratur, et causa est quod ipse suo pondere in pavimentum nititur et vestigia seu fossulas, quae globulum secum abripunt imprimunt. Est tamen dif-

1 corpora (1) reciproce (2) reciprocis L 5 sonare, (1) atque ide (2) etiam L 9 experimenta
(1) et (2) inde (3) possint L 13 prosequetur (1) ceptum (2) coeptum L 14 6 erg. L
14 elastrum; (1) ita ut revera (2) qua (3) tota autem quantitas motus quae decedit laminae (4) at
ita L 24 nititur et (1) alternis imprimunt (2) vestigia L

ficultas, nam si globus proprio motu procedit, qui celerior forte est quam motus fossulae, quomodo haec enim impellit. Et proinde in his non parva adhuc consideratione opus est. Et re recte expensa, haec locum habent in globulo, qui jam semel motus navis impetu eum ubique retinet, nec semel accipit, sed lente et insensibiliter ei se conformat.

5 Magna est etiam consideratio an revera absolute loquendo virium quantitas in universo servata sit, si globulus aliquis in navi latus, nave contrario motu acta[,] revera quiescit absolute loquendo; an vero solum ratio habenda sit in motu cujuscunque corporis aestimando superficie immediatae. Imo porro cogitandum, an non compositio illa motuum sit admittenda, ut ex diversis capitibus lamina contrarios habeat motus, unum 10 communem cum corpore, alterum vibrationis cum corpore, qui invicem sibi non sint detrahendi.

15 Quando duo corpora concurrunt et corporum consideratur magnitudo manifestum est lineam transeuntem per centra globorum variari, ergo et directio quam accipere debent corpora ex ictu. Quid ergo fit, an ex variis directionibus sese excipientibus, dum secundum unam directionem primus eligitur gradus celeritatis, secundum aliam aliis; 20 eligetur aliqua media, neque enim puto, praedominabitur ultima. Sed quomodo ex infinitis media eligetur praesertim quando non in ipsa figura exhibetur media. Hic lucem praebebunt considerationes duorum corporum simul in unum quiescens (aut motum) incurrentium quas ex superioribus credo solvi posse, ope considerationis corporis unius in duo quiescentia incurrentis. Sed omnia ista multis adhuc indigent considerationibus, ut perficiantur. Proxime operae pretium est, ut materiam de incursu corporis in duo quiescentia absolvam.

1–7 *Am Rand:* Etiam si nonnihil divellatur a pavimento, nec ei cohaereat, praesertim si politum sit, tamen celeritatem ab eo impressam concipit, ob inaequalitates.

1 qui (1) forte (2) celerior forte L 2f. opus est. (1) Videtur globulus in fossulam agens eam faciendo, et obstantem deinde complanando plurim (2) Et L 5 revera (1) quantit (2) absolute loquendo (a) motus (b) virium quantitas L 8 immediatae. (1) Unde (2) Imo L 12 concurrunt (1) et excipiens quiescit, (2) et corporum consideratur L 13 directio (1) quem excipere (2) quam accipere L 15 secundum (1) alium (2) aliam L

17–19 Hic [...] incurrentium: Leibniz behandelt den Stoß zweier Körper auf einen dritten (ruhenden) in N. 68 vom Herbst 1688, siehe S. 756.5–757.15.

67. LEGES CONCURSUUM

[Ende Oktober 1686 – Anfang Februar 1687]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 9, 21 Bl. 1–2. 1 Bogen 4°; ein Wasserzeichen mittig. Vier Seiten, zweispaltig beschrieben. Der Text besteht aus mehreren aufeinander folgenden Ansätzen zum selben Gegenstand.

Datierungsgründe: Das vorliegende Konzept N. 67 ist, wie in der Überschrift angegeben, einer Darstellung der Stoßgesetze gewidmet. Behandelt werden im Text lediglich die Gesetze des direkten zentralen Stoßes zweier punktueller Körper. Hierbei setzt die Darstellung im Wesentlichen die Resultate der auf den Anfang 1678 datierten *Schedae de corporum concursu* – insbesondere N. 58₁₀ und N. 58₁₁ – voraus. Diese Feststellung stimmt mit der Datierung des Trägers überein, auf dem N. 67 überliefert ist: Dort liegt ein Wasserzeichen vor, das im Nachlass für die zweite Hälfte der 1680er Jahre belegt ist. Das gleiche 10 Wasserzeichen kommt etwa im Träger des Entwurfs *LSB VI*, 4 N. 303 vor, das editorisch auf „Ende 1685 bis Mitte 1686 (?)“ datiert wurde.

Weiter einschränken lässt sich die Entstehungszeit von N. 67 anhand einer auf Bl. 2 r° vorliegenden Nebenrechnung (siehe die Marginalie zu S. 742.2–5). Diese stimmt nämlich mit einer Rechnung überein, die am unteren Rand von LH XXXV 9, 20 Bl. 2 v° anzutreffen ist. Letztere Handschrift überliefert ein 15 Konzept von Leibnizens Rezension zu I. F. VANNI, *Exegeses physico-mathematicae* (Rom 1685), welches samt einer Reinschrift desselben (LH XXXV 9, 20 Bl. 3–4) und der anonym veröffentlichten Fassung der Rezension (*AE*, April 1687, S. 197 f.) voraussichtlich in einem späteren Band von *LSB VIII* ediert werden soll. Diese drei überlieferten Entwicklungsstufen der Vanni-Rezension lassen sich fest auf den Zeitraum zwischen Ende Oktober 1686 und Anfang Februar 1687 datieren: O. Mencke, Hauptherausgeber der 20 *Acta eruditorum*, teilte Leibniz in seinem Brief vom 14. (24.) Oktober 1686 mit, er habe ihm einige zu besprechende Bücher zugesandt, darunter Vannis *Exegeses*. Am 2. (12.) März 1687 bedankte sich Mencke dann bei Leibniz für dessen Schreiben vom 11. (21.) Februar und für die „beygefügten recensionen“ (Leibnizens Brief ist nicht erhalten). Innerhalb dieses Zeitraums müssen alle drei Fassungen der Vanni-Rezension entstanden sein, davon zuerst das Konzept. 25

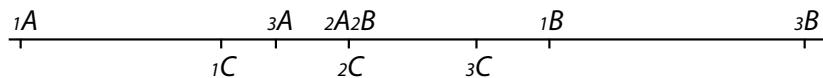
Die Rechnung auf LH XXXV 9, 20 Bl. 2 v° weist keinen Zusammenhang mit dem dort überlieferten Text auf; sie lässt sich indessen als Hilfsrechnung zur genannten Nebenrechnung in N. 67 (Marginalie zu S. 742.2–5) betrachten. Aller Wahrscheinlichkeit nach bediente sich Leibniz bei der Abfassung von N. 67 des frei gebliebenen unteren Randes der anderen, das Konzept der Vanni-Rezension überliefernden Handschrift, die ihm offenbar zur Hand lag. Hieraus ergibt sich die für N. 67 vorgeschlagene Datierung: 30 Das Konzept wurde frühestens Ende Oktober 1686 und spätestens Anfang Februar 1687 verfasst.

Erwähnenswert ist schließlich Leibnizens Vermerk am oberen Rand von Bl. 1 r°: Einen Auszug aus N. 67 habe er einem nicht weiter bezeichneten *manuale* hinzugefügt (siehe Randbemerkung zu S. 736.1). Damit dürfte wohl dasselbe Hand- und Gedankenbuch gemeint sein, auf das unter dem Begriff *enchoridion* in einem ähnlichen Vermerk zu dem etwas späteren Entwurf N. 68 (S. 749.2–3) verwiesen wird. Worauf 35 sich Leibniz hierbei bezieht, wurde bisher nicht ermittelt.

[1 r^o]

Leges concursuum

Corpora duo ${}_1A$ et ${}_1B$, quorum centrum gravitatis ${}_1C$, directe sibi occurrant in $[{}_2A{}_2B]$ seu ${}_2C$, nempe A celeritate ${}_1A{}_2A$, seu ${}_1A{}_2C$, et B celeritate ${}_1B{}_2B$ seu ${}_1B{}_2C$. Sumatur ipsi ${}_1C{}_2C$ aequalis ${}_2C{}_3C$ et ex ${}_3C$ sumatur ad partes ${}_1B$ recta ${}_3C{}_3B = {}_1C{}_1B$ rursusque ad partes ${}_1A$ sumatur ipsa ${}_3C{}_3A = {}_1C{}_1A$, et tempore ${}_2C{}_3C$ perveniet A in ${}_3A$, B in ${}_3B$. Sive ut enuntiemus generaliter: si duo corpora gravia dura in eadem recta horizontali concurrant directe, centrum gravitatis aequaliter progredietur ante et post concussum, et (si corpora ita elastica sint, ut omnem vim ictus percussione sibi impressam in continuacionem motus recipient) unumquodque corpus tantum aberat a centro gravitatis communi post concussum, quantum ab eodem aberat aequali tempore ante concussum.



[Fig. 1]

Am oberen Rand: Hac scheda res omnis recte satis constituta. Excerptam inde schedam manuali^[a] inserui.

^[a] manuali: Nicht ermittelt. Siehe aber den ähnlichen Hinweis in N. 68, S. 749.2–3.

Unter [Fig. 1]: ${}_1C{}_2C = {}_2C{}_3C \mid {}_1A{}_1C = {}_3A{}_3C \mid {}_1B{}_1C = {}_3B{}_3C$.^[a] Ex his ${}_1A{}_1B = {}_3A{}_3B$.

^[a] ${}_3B{}_3C$. | (1) Unde ${}_1A{}_1B = \langle {}_3A{}_3B \rangle$ (2) Unde $\langle {}_1A{}_1B \rangle$ (3) Ex his ${}_1A{}_1B = {}_3A{}_3B$. erg. | L

1–4 [1 r^o] (1) Sit cor (2) Sint corpora A , B | (1) quorum centrum gravitatis C (2) quorum centrum gra erg. u. gestr. | ex primis stationibus ${}_1A$, ${}_1B$ | directe erg. | concurrentia in ${}_2A{}_2B$ | seu in ${}_2C$ erg. | tempore ${}_1C{}_2C$ velocitatibus ${}_1A{}_2A$ seu ${}_1A{}_2C$, et ${}_1B{}_2B$ seu ${}_1B{}_2C$. (a) Quaeritur (b) Pon (c) Magnitudo autem corporum sit talis, ut eorum centrum gravitatis sit ${}_1C$, quaer [/] (3) Mo(t)us definie (4) Leges concussum [/] Corpora duo ${}_1A$ | et erg. | ${}_1B$, quorum [...] occurrant in (a) ${}_1A{}_2B$ (b) | ${}_1A{}_2B$ ändert Hrsg. | seu ${}_2C$, (aa) celeritatibus ${}_1A{}_2A$, (bb) nempe A celeritate ${}_1A{}_2A$, (aaa) et B (bbb) seu ${}_1A{}_2C$, [...] seu ${}_1B{}_2C$. (aaaa) In cent (bbbb) Sumatur (aaaaa) ${}_2C{}_3C - {}_2C{}_1$ (bbbb) ipsi ${}_1C{}_2C$ aequalis ${}_2C{}_3C$ L 6 corpora (1) sibi (2) gravia dura L 6 horizontali erg. L

Hoc ita ostendi potest: Duo corpora A et B sibi occurrere intelligantur in navi C , in qua eorum centrum gravitatis, idque celeritatibus reciprocis magnitudinum, A celeritate $1A_1C$, et B celeritate $1B_1C$ [\cdot] tempore $1C_2C$ quo navis, adeoque et centrum gravitatis[\cdot] progreditur ex $1C$ in $2C$, patet motum absolutum fore $1A_2A$, $1B_2B$; concurrunt enim in navi in C . Reflectuntur autem qua venere celeritate, si sibi celeritatibus reciprocis 5 occurant; ut alibi ostendi. Itaque dum navis progreditur ex $2C$ in $3C$, distantia eorum a centro gravitatis $3C$ erit eadem quae ante seu $3A_3C = 1A_1C$, et $3B_3C = 1B_1C$.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

[1. Ansatz:] Calculo rem ita aestimabimus: Corporum magnitudines sint a et b , distantiis a centro gravitatis expressae, itaque $1A_1C = a$, $1B_1C = b$, distantia corporum $a + b$, celeritas ipsius corporis A sit 10 v , corporis B sit y , nempe $v = 1A_2A = 1A_2C$, $y = 1B_2B = 1B_1C$. Ponatur autem v esse velocitas major, fiet $v \pm y = a + b$, et \pm significat + si corpora sibi occurront, et - si tendendo in easdem partes A velocitate v assequitur B . Centrum gravitatis in eam partem tendit in quam corpus velocius A . Et celeritas centri gravitatis $1C_2C = v - a = b \pm y$ quam vocemus c , et $1C_3C = 2c$, $1A_3C = a + 2c = a + 2v - 2a = 2v - a$ et $3C_3A = a$. Ergo $2C_3A$ seu $2A_3A = v - 2a$ et [Text bricht ab.] 15

[2. Ansatz:] $1C_2C$ sit c , $1A_1C$ sit a , $1B_1C$ sit b , $1A_2A$ sit v , $1B_2B$ sit y [Text bricht ab.]

[3. Ansatz:] Calculo res ita exprimitur[:] $1C_2C$, $c \mid 1A_1C$, $a \mid 1B_1C$, $b \mid 1A_2A$, $v \mid 1B_2B$, $\pm y$, $2A_3A(v)$, $2B_3B(y)$. Cum autem corporibus duobus in eadem recta concurrentibus centrum gravitatis semper in eam tendat partem, in quam tendit corpus cuius quantitas motus major est, id ponatur esse A , posito esse $av \sqcap by$, et $1C_2C$ sit c . Erit $c = v - a$ [Text bricht ab.] 20

2f. qua (1) earum ce (2) eorum centrum gravitatis, (a) si ma (b) idque celeritatibus reciprocis (aa), seu quae sint ut $1A_1C$ (bb) magnitudinum, A [...] celeritate $1B_1C$ L 3 navis, (1) seu (2) adeoque L 4 motum (1) verum (2) absolutum L 6 ut alibi ostendi. erg. L 9 aestimabimus: (1) Celeritas cor (2) Corporum magnitudines L 11f. sit y , (1) erit $v + y = a + b$. (a) Sit (b) Si tendunt (aa) in easdem partes, vel $\pm v \pm y = a + b$ (bb) in contrarias partes (2) nempe $v = 1A_2A = 1A_2C$, $y = 1B_2B = 1B_1C$.
 (a) $v + y =$ (b) Ponatur autem (aa) corpus (bb) v esse [...] $v \pm y = a + b$, L 13 Centrum gravitatis [...] velocius A . erg. L 14 et $1C_3C = 2c$, erg. L 15 seu (1) $2A_3A = v - a$ et $2B_3B = a + b$ (2) $2A_3A = v - 2a$ L 20 sit c (1) = $v - a$ (2). Erit $c = v - a$ L

6 ut alibi ostendi: Das Theorem folgt aus den Stoßgesetzen, wie sie Leibniz in den *Schedae de corporum concursu* (Januar bis Februar 1678) erarbeitet hatte. Vgl. etwa N. 5810, S. 638.17–19.

[4. Ansatz:] Centrum gravitatis semper in eam tendit partem in quam tendit corpus, cuius major est quantitas motus. Si in contrarias tendunt partes corpora, centrum gravitatis in contrarias partes movebitur illis in quas tendit corpus cuius minor est quantitas motus. Seu si corpora sibi occurrant, centrum gravitatis praecedit corpus illud cuius major est motus quantitas, contrait illi cuius minor. Si corpora tendant in easdem partes, et tamen concurrunt, sequens movetur celerius, praecedens tardius. Semper autem centrum gravitatis ibit in easdem partes in quas ambo corpora, eritque via centri gravitatis aequalis distantiae corporis praecedentis et viae ejus simul. Generaliter, via centri gravitatis est differentia inter distantiam corporis a centro et corporis viam; nisi cum centrum gravitatis corpus persequitur, quo casu est eorum summa.

10 Si corpora sibi occurrant, erit summa viarum aequalis distantiae. Sin corpus unum aliud persequatur[,] differentia viarum erit aequalis distantiae [ejus] quod post centrum gravitatis sequitur. Sit v velocitas corporis A , centri via c , erit $c = v - a$. Velocitas autem alterius corporis B , vocetur y , et $a + b = v \pm y$, et \pm significat + cum corpora sibi occurrant, et - cum in easdem partes tendunt.

Ergo $c = b \pm y$, $(v) = c - a = v - 2a$ seu $2a = v - (v)$, $(y) = c + b$ seu $v + (y) = 2c$, $(y) = 2b \pm y$, seu $(y) \pm y = 2b$ et $b(y)(y) = byy + 4b^3 \pm 4b^2y$, $a(v)(v) = avv + 4a^3 - 4a^2v$ et $a(v)(v) + b(y)(y) = av^2 + 4a^3 - 4a^2v + byy + 4b^3 - 4b^2y$, $a^3 - a^2v + b^3 - b^2y$ debet esse = 0, ⟨nam⟩ $a^3 - a^3 - a^2b$ [Text bricht ab.] [1 v^o]

2–9 motus (1), et si quidem corpora ambo in easdem tendant partes tendet eo quo ambo corpora. (2). Sin (3). Si in contrarias [...] partes movebitur (a) cum eo cuius (b) illis in quas [...] quantitas motus. (aa) Via centri gravitatis (bb) Seu si corpora [...] cuius major est (aaa) gravitas (bbb) motus quantitas, [...] in easdem partes, (aaaa) centrum gravitatis (bbbb) et major sit quantitas motus corporis praecedentis (cccc) et tamen [...] via centri gravitatis (aaaaa) differentia celeritatum aucta (bbbb) aequalis distantiae [...] viae ejus simul. (aaaaa-a) Si duo corpora sibi occurrant (bbbb-b) Generaliter, (aaaaaa-aa) si (bbbb-bb) corpus (cccc-cc) centrum (ddddd-dd) via centri gravitatis est (aaaaa-aaa) via (bbbb-bb) excessus celeritatis corporis centrum consequentis supra (distantiam) a centro (cccc-cc) differentia inter distantiam corporis (aaaaa-aaa) et viam (bbbb-bbb) a centro et [...] est eorum summa. L 10 aequalis (1) summae (2) distantiae (a) a (cent) (b) Sin corpus unum L 11 ejus erg. Hrsg. 11 post erg. L 12f. corporis | A erg. | (1) cuius (a) magnit (b) quantitas motus major (2) quod semper tendit in eam partem, in quam centrum gravitatis, hujus (3) centri via c. (a) At alterius corporis via sit $\pm y$, quae erit $+y$ si in easdem partes tendat cum v et c , et $-y$ si in contrarias, (aa) $\langle - \rangle$ (bb) $a + b = v \pm y$ (b) erit $c = v - a$ (aa) $= \pm y - a$ (bb). Velocitas autem [...] vocetur y , (aaa) quae sit +, cum in easdem tendit partes, et - cum in contrarias. Jam si corpora (aaaa) sint (bbbb) sibi occurrant fit $a + b = v \pm y$, cum tendunt in easdem partes, erit (bbb) et $a + b = v \pm y$ [...] partes tendunt. L

[5. Ansatz:] $a + b = v \pm y$, $c = v - a = b \pm y$, $(v) = c - a = v - 2a$. Unde $2a = v - (v)$.
 $(y) = c + b = \pm y + 2b$. Unde $2b = \pm y + (y)$ et $(v) - (y) = v - 2a \pm y - 2b = -a - b$ seu $(y) - (v) = a + b$. Est autem (v) quantitas negativa quando $a \sqcap c$.

Videamus an $avv + byy = a(v)(v) + b(y)(y)$ seu an $\overline{avv - (v)(v)} = \overline{b(y)(y) - yy}$ seu $a : b = (y)^2 - yy$: $v^2 - (v)^2$. Jam $(y) - (v) = \pm y + b$ et $(y) \pm y = v + (v)$. Ergo $a : b = (y) \pm y$: $v - (v)$ seu $av - a(v) = b(y) \pm by$ 5
 seu $av \pm by \stackrel{\odot}{=} a(v) + b(y)$. Unde sequeretur eo casu, quo corpora in easdem partes tendunt[,] coincidere summam virium et quantitates motus. Jam $\pm y = a + b - v$ et $(y) = v - a + b$ et $(v) = v - 2a$.

Ergo ex aeq. \odot fiet: $\boxed{av} \boxed{-ab} - bb \boxed{+bv} = \boxed{av} - 2aa \boxed{+bv} \boxed{-ba} + bb$ et fieret $aa = bb$, quod est absurdum. Ergo alicubi latet error in calculo aut hypothesibus.

[6. Ansatz:] Si corpora sint aequalia celeritates permutantur. Si celeritates aequales 10
 v et y , $x = v - 2b$, $z = \pm v + 2a = v - b + a$. Ergo $v = \overline{a+b} : \overline{1+1}$ seu $v = \frac{a+b}{2}$. Ergo
 $x = \frac{a+b-4\cdot b}{2} = \frac{a-3b}{2}$, $z = \frac{4a-a-b}{2} = \frac{3a-b}{2}$, $z+x = \overline{2a-b}$, $z-x = a+b$.

[Nachfolgend kleingedruckter Text ist in L gestrichen:]

Si duo corpora concurrent, et corpus A persequitur centrum gravitatis motu absoluto qui sit centri gravitatis duplus, seu motu proprio (qualis esset in navi vehiculum centri gravitatis repraesentante) 15 qui sit motui centri gravitatis aequalis, corpus post ictum quiescit. Sit enim $3C3A = 3C2C = 3C2A$, ergo coincidunt $3A$ et $2A$. Si major sit motus proprius motu centri seu communi, post ictum regreditur, sin minor post ictum progreditur, res intelligitur ex navi. Proprio enim motu post ictum regreditur[,] communi progreditur. Corpus autem quod contrait centro gravitatis, post concursum necessario reflectitur; nam cum semper sit ad easdem partes respectu centri gravitatis, id vero post concursum in eas partes tendat, 20

2–4 $a + b$. (1) (Quod tamen non bene succedit, cum $(y) + (v)$ in casu occursus sit $= a + b$). (2) Et subest quaedam subtilitas in (a) sig (b) ipsis signis (3) Est autem [...] quando $a \sqcap c$. (a) $a(v)(v) = (b) (v) = v - 2a$ ut diximus[,] $(y) = \pm y + 2b = v - a - b$ (c) Videamus an $avv + byy = a(v)(v) + b(y)(y)$ L 6f. $a(v) + b(y)$.

(1) Jam $\pm y$ (2) Unde sequeretur [...] Jam $\pm y = a + b - v$ L 10f. Si celeritates aequales v et y erg. L 11f. $v - b + a$. (1) Ergo $v = 3 \overline{a-b} (+) \overline{1 \mp 1}$, et $x = 3a \pm 3a - 3b \pm b$ et $z = \pm 3a - 5a \pm b - b$, fietque $x + z = 2a - 2b$. (2) Ergo $v = \overline{a+b} : \overline{1+1}$ seu $v = \frac{a+b}{2}$ (a) et $x = a \cdot \overline{1 \mp 1} + b \cdot \overline{\mp 1 - 1}x = (aa) a + 2(bb) \frac{a-b}{2}$ (cc) $2\overline{a-b}$ et $z = a \cdot \overline{+2 \mp 1} \mp b$ (b) $z = 3a + b$ (2). Ergo (a) $\overline{z-x} = a + b$. (b) $x = \frac{a+b-4\cdot b}{2}$ [...] $z-x = a+b$. L 14 corpora (1) sibi occurunt (2) concurrent, L 14 absoluto erg. L 15 navi (1) centrum (2) vehiculum centri gravitatis L 17 Si (1) minor (2) major L 17f. sin (1) major (2) minor L 18f. communi progreditur erg. L 19 gravitatis, (1) in occursu ductum corporum, (2) post (a) occursum (b) concursum, necessario reflectitur; L 20 post (1) coincidentiam in eas partes a quibus (2) concursum in eas partes tendat, L

et ipsum eodem tendet. Corpus autem quod ex duobus occursumis majorem habet quantitatem motus, persequitur centrum gravitatis. Cum ambo corpora in easdem partes tendunt, utique quod praecedit post ictum ad easdem tendit partes. Sed id quod [*Text bricht ab.*]

Corpus quod antecedit centrum gravitatis semper pergit in easdem partes.

5 Corpus quod contrait centro gravitatis semper reflectitur.

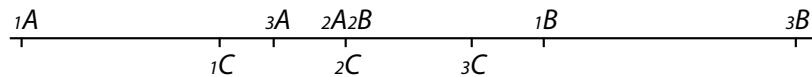
Corpus quod insequitur centrum gravitatis, ita ut plus quam duplo celerius feratur, repercutitur; si minus quam duplo, pergit; si duplo exacte, quiescit post ictum.

Satis autem appareat cum omnia in easdem partes tendunt, quid antecedat aut sequatur centrum gr. Cum vero sibi occurrent, tunc id persequitur centrum gravitatis, quod 10 majorem habet quantitatem motus; quod vero minorem habet ei contrait. Si aequalem habeant, quiescit centrum gravitatis.

Motus proprii semper intelliguntur in occursum, et sunt reciproci magnitudinibus, et compositi cum motu communi seu centri gr. dant motus totales. [2 r^o]

CALCULUS

15 C centrum gravitatis corporum A et B , 1 notat locum primum, 2 secundum, 3 tertium, $1C2C = 2C3C$, $1A1C = 3A3C$, $1B1C = 3B3C$. Puncta $2A$, $2B$, $2C$ coincidere intelliguntur. BC repraesentat corpus A . AC repraesentat corpus B . C semper cadit inter A et B distantiamque eorum in eadem ratione secat.



[Fig. 2]

1f. tendet. (1) Si corpus aliquod sit majus etiam (2) Corpus autem quod (a) majus (b) ex duobus (aa) occurribus (bb) occursumis majorem habet quantitatem motus, (aaa) semper in centr (bbb) persequitur centrum gravitatis. L 2f. utique (1) post i (2) quod praecedit post ictum L 3f. quod [/] (1) Itaque (2) Corpus L 8 tendunt, (1) quo (2) quid L 15 1 notat [...] 3 tertium erg. L 16-S. 741.5 3B3C. | Puncta 2A, [...] ratione secat. erg. | (1) In casu concursus [/] $a + b = (2) 1C2C$ vel $2C3C$ sit c (3) AC , a (4) $1C2C$, c. AC , a. BC , b. $1A2A$, v. $2A3A$ (v). $1B2B$, y. [/] (a) In occurso (b) Sit A corpus quod post sequitur. [/] In occurso [/] (5) $a + 2b \stackrel{(1)}{=} 4v + 3y$ (aa) $\stackrel{(2)}{=} (v) + (y)$ (bb), c $\stackrel{(2)}{=} v - a$. Ergo per 1 et 2, c $\stackrel{(3)}{=} b - y$, (v) seu $2A3A = (5) 1A2A$, 5. $1B2B$, 4. AC , 3. BC , 6. $1C2C$, 2. $2A3A$, -1. $2B3B$, 8. (6) $1C2C$, <- (7) $1A2A$, 4. $1B2B$, 3. (8) $1A2A$, 5v. [...] (per 1 et 2) $6a \pm 4y$. L

${}_1A_2A$, 5v. ${}_1B_2B$, 4y. AC , 3b. BC , 6a. ${}_1C_2C$, 2c. ${}_2A_3A$, $-1 \cdot x$. ${}_2B_3B$, 8z.

A autem sit corpus, quod post centrum gr. insequitur.

$5v \pm 4y \stackrel{(1)}{=} 3b + 6a$, ubi \pm significat + si corpora sibi occurrant; at idem significat – si in easdem partes tendant.

$$2c \stackrel{(2)}{=} 5v - 3b \stackrel{(3)}{=} (\text{per 1 et 2}) 6a \pm 4y.$$

5

$$-1 \cdot x \stackrel{(4)}{=} 2c - 3b \stackrel{(5)}{=} 5v - (2)3b \text{ et } (2)3b \stackrel{(6)}{=} 5v - \overline{-1 \cdot x}.$$

$$8z \stackrel{(7)}{=} 2c + 6a \stackrel{(8)}{=} \pm 4y + (2)6a \text{ (per 3)} \stackrel{(9)}{=} 5v - 3b + 6a \text{ (per 2 et 7)}$$

$$\text{et } (2)6a \stackrel{(10)}{=} \pm 4y + 8z \text{ (per 7 et 8), et (per 4, 7) erit } 8z - \overline{-1 \cdot x} \stackrel{(11)}{=} 6a + 3b.$$

$$\text{Ergo (per 1) } 8z - \overline{-1 \cdot x} \stackrel{(12)}{=} 5v \pm 4y \text{ seu } 5v + \overline{-1 \cdot x} \stackrel{((12))}{=} \pm 4y + 8z.$$

$$\pm 4y \stackrel{(13)}{=} 3b + 6a - 5v \text{ per 1,}$$

10

1 Am Rand: $6 + 3 : 3 :: 5 + 4 : 3$, $6 + 3 : 6 :: 5 + 4 : 6$

2 Am Rand: Paradoxum: duo corpora possunt se^[a] directo concursu mutuo sistere, quae tamen virium sint inaequalium. Imo nisi sint aequae [celeria]^[b] et [aequalia]^[c] semper inaequalium sunt virium absolutarum, etsi respectivas ipsas habeant aequales. Ita si^[d] corpus unum ut 2 habeat celeritatem ut 1, et alterum ut 1 celeritatem ut 2, sistent sese, sed tamen vires habent inaequales, nam prioris vis est 2, posterioris est 4.

[a] se (1) directe (2) directo L [b] celeres L ändert Hrsg. [c] aequales L ändert Hrsg. [d] si (1) | corpus erg. | 2.1 et 1.2 se s (2) corpus unum (a) habeat (b) ut 2 habeat [...] sistent sese L

9 seu $5v + \overline{-1 \cdot x} \stackrel{((12))}{=} \pm 4y + 8z$. erg. L 10-S. 742.1 per 1, (1) et $16y^2 = 9b^2 + 36ab - 30bv$ (2) et

$16y^2 \stackrel{(14)}{=} 9b^2 + (2)18ab - (2)15bv$ L

$$\begin{aligned}
 \text{et } 16y^2 &\stackrel{(14)}{=} 9b^2 + (2)18ab - (2)15bv + 36a^2 - (2)30av + 25v^2 \\
 &\begin{array}{ccccccc} 5 & 9 & 3 & 3 & 3 & 6 & 3 \\ 7 & 0 & 0 & 6 & 0 & 3 & 7 \end{array} \text{ probatio per abj. XI} \\
 &\begin{array}{c} \left. \begin{array}{l} 48by^2 \stackrel{(15)}{=} \frac{VI}{27}b^3 + (2)\ddot{5}4ab^2 - (2)\ddot{4}5b^2v + \ddot{1}\ddot{0}8a^2b - (2)\ddot{9}0abv + \frac{VII}{75}bv^2 \\ 150av^2 \stackrel{(16)}{=} 150av^2 \end{array} \right\} \text{ proba per XI} \\ \parallel \end{array} \\
 &\begin{array}{c} \left. \begin{array}{l} 6ax^2 \stackrel{(17)}{=} 150av^2 - (4)\ddot{9}0abv + (4)\ddot{5}4ab^2 \\ 192bz^2 \stackrel{(18)}{=} \frac{VII}{75}bv^2 - (2)\ddot{4}5b^2v + (2)\ddot{9}0abv + \frac{VI}{27}b^3 - (2)\ddot{5}4ab^2 + \ddot{1}08a^2b \end{array} \right\} \text{ per XI} \\ \parallel \end{array}
 \end{aligned}$$

⁵ Patet valorem 15 + val. 16 = val. 17 + val. 18.

Habemus ergo $150av^2 + 48by^2 \stackrel{(19)}{=} 6ax^2 + 192bz^2$ seu $6a \cdot \overline{25v^2 - 1 \cdot x^2} \stackrel{(20)}{=} 3b \cdot \overline{64z^2 - 16y^2}$, quam dividendo per aeq. ((12)) fiet $6a \cdot \overline{5v - -1 \cdot x} \stackrel{(21)}{=} 3b \cdot \overline{\pm 4y + 8z}$. Quod

$$\begin{array}{r}
 2-5 \text{ Nebenrechnung:} \quad \begin{array}{rrr} 25 & 16 & 150 \\ \hline 6 & 3 & 48 \\ \hline 150 & 48 & 198 \\ \hline 1 & 64 & 192 \\ 6 & 3 & 6 \\ \hline 6 & 192 & 198 \end{array}
 \end{array}$$

6 Am Rand: Difficultas, quod videtur corpus eo magis reflecti quo motum est celerius.

8-S. 743.2 $3b \cdot \overline{\pm 4y + 8z}$. (1) Seu $6a \cdot 5v \pm 3b4y \stackrel{(22)}{=} 6a \cdot \overline{-1 \cdot x} + 3b8z$. (a) Se (b) Quod (c) Quae aequatio 22 significat (aa) differentiam (bb) differentias (cc) summam (am) (dd) differentiam motuum contraria vel (aaa) summa(r) (bbb) quantitatum (aaaa) motus (bbbb) motuum contrariorum, vel (aaaaa) summam (bbbb) differentiam (cccc) summam conspirantium esse eandem, ante aut post concursum, (aaaaa-a) seu ex (bbbb-b) patet autem ex 21 (2) Quod significat [...] post concursum. L

1 abj.: *abjectio*, d.h. Prüfmethode (nach Vielfachen von 9 oder 11).

significat corpora esse reciproce ut summas vel differentias suarum velocitatum ante et post concursum. Seu in figura praesenti $3b : 6a :: 1A_2A + 2A_3A : 1B_2B + 2B_3B$.

Sed ut sciamus quando summae aut differentiae sunt adhibendae[,] generale prodit pronuntiatum memorabile et paradoxum[:] Si corpus post ictum regrediatur, summae, si progrediatur, differentiae velocitatum (seu spatiorum aequali tempore ante et post ictum percursorum) sunt corporibus reciproce proportionales. Quod paradoxum, cum contrarium fieri debere videatur. Sed res in ordinem rectum restituitur si [2 v°] non conjugamus in unum ejusdem corporis velocitates vel motus quantitates, ante et post ictum; sed potius amborum corporum motus quantitates ante ictum; et similiter amborum post ictum, et fiet aequatio talis:

$$6a5v \pm 3b4y \stackrel{(22)}{=} 6a \cdot \overline{-1 \cdot x} + 3b8z.$$

Quod significat quantitatem progressus esse eandem ante et post ictum. Quantitatem autem progressus voco summam quantitatum motus, si duo corpora directione conspirant, differentiam, si directiones contrarias habent.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen.]

Differentia velocitatum ejusdem corporis ante ictum et post ictum est dupla velocitas centri gravitatis[,] nam diff. inter $5v$ et $1x$ est $(2)2c$, nam $5v - 1x = [Text bricht ab.]$

Ex aeq. 2 et 4 fit: $(2)2c \stackrel{(23)}{=} 5v + \overline{-1 \cdot x}$, et ex aeq. 3 et 7 fit $(2)2c = \pm 4y + 8z$. Unde sequitur progrediendi velocitatem (quae est summa velocitatum ante et post ictum si

1f. Am Rand: $6a : 3b :: \pm 4y + 8z : 5v - \overline{-1 \cdot x} :: 3b + 6a - 5v + 5v - 3b + 6a : + 5v - 5v + (2)3b$.

2f. Seu (1) $AC : BC :: 6a : 3$ (2) in figura [...] $1B_2B + 2B_3B$. (a). Hinc (b) sed ut [...] sunt adhibendae L restituitur (1) in aequ. $\langle - \rangle$ (2) si $L = 8f$. corporis (1) velocitates ante et post ictum; sed potius (2) velocitates vel [...] sed potius $L = 12-14$ significat (1) summam quantitatum motus conspirantium, vel differen (2) quantitatem progressus [...] duo corpora (a) motu conspirant (b) directione conspirant, [...] contrarias habent. $L = 16$ velocitatum (1) ante (2) ejusdem corporis ante $L = 17$ gravitatis

(1) (et) (2) nam (a) dy et z (b) diff. inter (aa) $5v$ et x (bb) $5v$ (aaa) et $- \overline{1 \cdot x}$ (bbb) et $1x$ est (aaaa) $4 + (bbbb) (2)2c$, (aaaaa) et diff. inter $4y$ et (bbbb) nam $5v - 1x = L = 19$ -S. 744.3 sequitur (1) velocitatem progrediendi in momento ictus esse aequalem duplare velocitati centri gravitatis, adeoque in utroque corpore eandem. Est summam (2) progrediendi velocitatem [...] centri gravitatis, (a) seu (aa) esse (bb) quod eodem redit, (b) adeoque in [...] redit intervallum (aa) inter locum (bb) $1A_3A$ vel $1B_3B$ inter (aaa) locum (bbb) loca L

2 figura praesenti: Das Diagramm [Fig. 2] auf S. 740.

sunt conspirantes, differentia si sunt contrariae) esse aequalem duplae velocitati centri gravitatis, adeoque in ambobus corporibus esse eandem, seu quod eodem reddit, intervallum ${}_1A{}_3A$ vel ${}_1B{}_3B$ inter loca ante ictum et post ictum eodem temporis intervallo ab ictu remota, seu progressum corporis toto tempore cuius medio factus est ictus esse aequalem progressui centri gravitatis eodem tempore facto, ac proinde in ambobus corporibus esse aequalem.

Quantum corpus tota velocitate ante ictum excedit velocitatem propriam[,] tantum idem corpus tota velocitate post ictum deficit infra velocitatem propriam. Et contra; quanta autem est differentia velocitatis totalis a propria in uno, tanta est et in altero, tam ante ictum, quam post ictum.

Vis ictus semper est $6a9bb + 3b36aa$, seu $\overline{6a + 3b}$ in $6a3b$.

Differentia quantitatum motus[:] $6a5v + 3b4y - 6a1x - 3b8z$, ponendo pro x rem ejus, seu id affirmativum quod includit.

Si ambo corpora ante concursum et post concursum tendant in easdem partes, quanta¹⁵ titas motus utrobique aequalis; si ante concursum tendant ad easdem partes, non post, tunc quantitas motus ante concursum aequalis differentiae post concursum, cuius discri-
men a summa est dupla quantitas motus corporis minoris. Itaque hoc casu quantitas motus tota ante concursum excedit eam post concursum dupla quantitate motus post concursum corporis minorem habentis. Si ante concursum tendant in contrarias partes,
post concursum ad easdem, lucrum quantitatis motus est duplum minorem habentis ante concursum. Si ante et post concursum ad oppositas [Text bricht ab.]

Hinc ex aeq. 22 patet, si corpora tendant in eandem partem ante et post ictum, quantitatatem motus ante et post ictum fore eandem, nam \pm significat $+$, et x erit quantitas affirmativa, nec proinde praefigi illi debebit numerus -1 . Sin corpora tendant in diversas

4f. remota (1) esse aequale intervallo progres (2), seu (a) integrum (b) progressum corporis [...] aequalem progressui L 6–8 aequalem. (1) Ut summa corporum ad unum corpus, ita summa (2) Quantum corpus (a) habet velocitatis totalis super propriam tantum ipsi (b) tota velocitate [...] velocitatem propriam (aa) ante i (bb) tantum idem L 11 est (1) $6a3b + (2) a + b$ (3) $2ab$ (4) $2a + b$ (5) 2 (6) $5a$ (7) $6a9bb + 3b36aa$, L 12 Differentia quantitatum motus erg. L 12 pro x (1) quantitatem (2) unif (3) molem (4) rem ejus L 14–21 Si ambo [...] ad oppositas erg. L 17 dupla (1) corporis (2) quantitas motus corporis L 17–19 casu (1) prodita est dupla (2) qua (3) discri (4) quantitas motus [...] quantitate motus (a) corporis (b) post concursum corporis minorem habentis. L 22 ex aeq. 22 erg. L 23 ante | et erg. | post L

17 minoris: Gemeint ist wohl *majoris*. Vgl. S. 745.18.

partes ante et post ictum, neutrius differentia erit aequalis summae, ita ut summa sumta in eo statu quo in easdem partes tendunt, differentia quando in oppositas.

Aeq. 21 est pro velocitatibus tanquam lineis, 22 pro quantitatibus motus tanquam planis, 19 pro viribus tanquam solidis.

Si duo corpora elastro carentia concurrant, amissis propriis velocitatibus recipient communem, ibuntque cum centro gravitatis et coincident βA , βB , βC , quia post ictum simul ibunt. Porro eadem vim ictus perdere manifestum est, tantum enim virium amittitur quantum in mollium compressionem, ex qua se non ut elastra restituunt, impensum est. Eaque vis absorbetur a mollium partibus, unde sequitur differentiam inter vim totam et vim ictus esse vim corporum si solum haberent motum communem, seu productum corporum in quadratum celeritatis centri gravitatis. In singulis corporibus vera res est non in viribus, sed in velocitatibus[,] ut velocitas tota componitur ex communi et propria si ambo tendant in easdem partes. Sed si [tendant] in contrarias[,] in corpore tantum in easdem cum centro gravitatis partes tendente verum est velocitatem totam esse summam propriae et communis. In altero velocitas composita erit propriae et communis differentia. Interim mirum est in summa ita omnia compensari. Sed res ex navis motu patet[:]

Si $av + by = + ax + bz$ differentia quantitatum motus nulla.

Si $av + by = - ax + bz$ tunc $ax + [bz] - av - by = 2ax$. Et prior quantitas motus major.

Si $av - by = + ax + bz$ tunc $ax + [bz] - av - by = [-2by]$. Et posterior major.

Si $av - by = - ax + bz$ tunc $av - bz = by - ax$.

Ergo $av+by-ax-bz$ ponendo = H , fiet $2by-2ax = H$. Generaliter $av \pm by = (\pm) ax + bz$. Ergo $av - bz = (\pm) ax \pm by$. Jam $((\pm)) H = av + by - ax - bz$. Ergo $((\pm)) H = by \pm by - ax (\pm) ax$.

1 ictum, (1) | si streicht Hrsg. | modo (2) neutrius L 3 tanquam lineis erg. L 7f. ibunt.
 (1) Cumque (2) Eadem perdent vim ictus. Unde patet vim ictus et vim mollium post i (3) Porro eadem [...] elastra restituunt, (a) impedit (b) impensum est. L 9 vim (1) ante ictum (2) totam L 11f. quadratum (1) centri gravitatis (2) celeritatis centri gravitatis. (a) Itaque ex vi (b) Idque non tantum verum est in (aa) totis (bb) ambobus corporibus | verum erg. u. gestr. | , sed et in (c) In singulis (aa) non tantum (bb) corporibus vera [...] in velocitatibus (aaa) nam $5v = 2c + 3b$, et alterum $3b$ motus ejus (bbb) ut velocitas [...] et propria L 13 tendat L ändert Hrsg. 15 communis.
 (1) Sin (a) c (b) minus (2) In altero velocitas (a) tota erit haec (b) composita erit [...] communis differentia. L 16f. ex (1) natura (2) navis motu patet (a) , et (erit) (b) Si $av+by L$ 18 $- ax + bz$ (1) tunc $av + by - ax - by = (ax)$ (2) tunc $ax + | by$ ändert Hrsg. | $- av - by = 2ax$. | Et prior quantitas motus major. erg. | L 19 bz L ändert Hrsg. 19 $2by$ L ändert Hrsg. 19 Et posterior major. erg. L 20 tunc (1) diff. inter $av + by$ et $ax + bz = 2by + 2ax$, nam $av + by - \overline{av - by} = 2by$ (2) $av - bz = by - ax$. L 22 $(\pm) ax \pm by$. (1) Jam $av + by$ diff. $ax + bz = H$. Ergo $H = by$ (2) Jam $(a) ((\pm)) H = ((\pm)) av ((\pm)) by ((\pm)) ax ((\pm)) bz (b) ((\pm)) H = av + by - ax - bz$. L

Ergo si corpora eodem tendunt ante et post concursum, *H* est [nulla]. Si tantum ante vel tantum post concursum in contrarias partes tendunt, *H* est dupla quantitas [motus] corporis[,] ex iis quae in [contrarias] tendunt[,] minorem quantitatem motus habentis. Si ambo in contrarias partes ante et post concursum tendunt, *H* est differentia quantitatum motus minorum ante et post concursum. Generaliter differentia totarum quantitatum motus ante et post concursum, est differentia singularium quantitatum motus directioni centri gravitatis contrariarum, ubi quae contrariae non sunt habentur pro nullis. Nullum corpus contrarium centro gravitatis est tam ante quam post concursum.

Differentia quantitatum motus totalium est differentia quantitatum motus centro 10 gravitatis contraeuntium.

1 null *L ändert Hrsg.* 2 motus *erg. Hrsg.* 3 contraria *L ändert Hrsg.* 5 totarum *erg. L*
6f. motus (1) est (2) ante et [...] est differentia (a) quan (b) inter (c) singularium quantitatum motus
(aa) duorum corporum (bb) directioni centri gravitatis contrariarum, (aaa) quarum [!] ante concursum,
alteram post concursum centro gravitatis contrariam (bbb) ubi quae [...] pro nullis. *L* 9f. Differentia
quantitatum [...] gravitatis contraeuntium. *erg. L*

68. PHYSICO-MECHANICAE LEGES EX CONGRESSU CORPORUM DUCTAE [Herbst 1688]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5, Bl. 104–105. Ein Bogen 4°; oberer Rand beschnitten, die übrigen ausgefranst; Papiererhaltungsmaßnahmen. Vier Seiten.

Datierungsgründe: Der vorliegende Entwurf N. 68 *Physico-mechanicae leges ex congressu corporum ductae* besteht aus zwei inhaltlich verschiedenen Teilen. Im ersten (bis S. 751.22) werden die Gesetze des direkten zentralen Stoßes zweier elastischer Körper aufgestellt. Im zweiten Teil werden einige dieser Gesetze in Anspruch genommen, um die Veränderung der Geschwindigkeit eines Körpers zu berechnen, der sich durch ein widerstehendes Medium bewegt. Bei dieser Berechnung stützt sich Leibniz auf die physikalische Annahme, dass die Veränderung der Geschwindigkeit von mikroskopischen Stößen herrührt, die zwischen dem beweglichen Körper und den Teilchen (*corpuscula*) des Mediums erfolgen. Unter der zusätzlichen Annahme, dass das Medium selbst bewegt ist, erklären die mikroskopischen Stöße aus Leibnizens Sicht nicht nur die Verzögerung des beweglichen Körpers (durch Reibung), sondern auch dessen Beschleunigung (durch Gravitation) – womit Galileis Lehre vom freien Fall in ihrer Gesamtheit bestätigt sein soll. Dieses in seinen Grundzügen auf die *Hypothesis physica nova* (1671) zurückgehende Erklärungsmodell hatte Leibniz vornehmlich in Paris (1675) entwickelt, wie zahlreiche in LSB VIII, 2 edierte Texte zeigen.⁵

Die *Physico-mechanicae leges* bauen inhaltlich auf dem zwischen Ende Oktober 1686 und Anfang Februar 1687 verfassten Entwurf N. 67 *Leges concursuum* auf. Der erste Teil von N. 68 ist wesentlich eine (streckenweise sehr getreue) Wiedergabe der Ergebnisse, zu denen die Untersuchung über die Stoßgesetze in N. 67 geführt hat. Die Ähnlichkeit beider Texte ist zuweilen so weitgehend, dass als Zwischenvorlage zur Anfertigung von N. 68 das nicht weiter ermittelte „Handbuch“ anzunehmen ist, auf das Leibniz selbst hindeutet (vgl. N. 68, S. 749.2–3; N. 67, Randbemerkung zu S. 736.1). Der Terminus *post quem* für die Datierung der *Physico mechanicae leges* ergibt sich jedoch vielmehr aus der Besprechung des ersten Lehrsatzes aus Newtons *Principia* im zweiten Teil des Entwurfes (vgl. N. 68, S. 755.1–17). Leibniz erkennt dort, dass Newtons Lehrsatz eine Verallgemeinerung von Keplers zweitem Planetengesetz ist (S. 755.1–5), fasst den Beweis des Satzes sorgfältig zusammen (S. 755.6–17) und gibt das zugehörige Diagramm nur teilweise, aber hinreichend getreu wieder (S. 755, [Fig. 3]). Aus diesen Gründen ist auszuschließen, dass die Rezension der *Principia*, die C. Pfautz in den *Acta eruditorum* (Juni 1688, S. 303–315) veröffentlicht und Leibniz exzerpiert hatte (vgl. LH XXXV 10, 7 Bl. 13–14), die unmittelbare Quelle von Leibnizens Referat gewesen sein kann, welches vielmehr aus einer eigenständigen Lektüre von Newtons Abhandlung hervorgegangen sein muss. Leibnizens erste bezeugte Lektüre der *Principia* fand – wie BERTOLONI MELI 1993 (S. 97) nachgewiesen hat – im Herbst 1688 statt, als Leibniz sich auf dem Weg nach Italien in Wien aufhielt. Folglich kann auch der Entwurf N. 68 nicht vor dem Herbst 1688 verfasst worden sein. Zur Bestätigung sei bemerkt, dass aus dieser wohl ersten Lektüre der *Principia* Auszüge entstanden sind (LH XXXV 10, 7 Bl. 32–35), die ausführlich auf die in N. 68 besprochene Stelle eingehen (vgl. BERTOLONI MELI 1993 S. 230–232, Z. 295–383).³⁵

Da Leibniz nach seiner Abfahrt aus Wien im Februar 1689 keineswegs aufgehört hat, sich ausführlich mit Newtons *Principia* zu befassen, könnte der Entwurf N. 68 auch später verfasst worden sein. Gegen dessen Entstehung nach Ende 1688 sprechen jedoch folgende Gründe:

- (1) Die Auseinandersetzung mit den *Principia* hat Leibniz monatelang begleitet und zahlreiche Spuren in seinen Handschriften hinterlassen: Neben den erwähnten Auszügen sind zahlreiche weitere eigenständige Entwürfe erhalten, die im Herbst 1688 oder Anfang 1689 in Wien niedergeschrieben wurden, sowie spätere, in Rom verfasste Auszüge und die Marginalien im Leibnizens Handexemplar (siehe die 5 Liste in BERTOLONI MELI 1993, S. 308 f.; diese Texte werden größtenteils voraussichtlich in künftigen Bänden von *LSB* VIII ediert). Der Entwurf N. 68 dürfte noch ganz am Anfang dieser Entwicklung sein, wenn Leibniz dort bei der Besprechung des ersten Lehrsatzes aus den *Principia* ausführlich vermerkt: *Haec ergo examinare ex principiis nostris magnum operae pretium erit* (S. 755.4–5).
- (2) Im Zusammenhang mit seiner Auseinandersetzung mit Newtons *Principia* veröffentlichte Leibniz drei Aufsätze in den *Acta eruditorum*: Im Januarheft *De lineis opticis* (S. 36–38) und *Schediasma de resistentia medii et motu projectorum in medio resistente* (S. 38–47, LMG VI, S. 135–143); im Februarheft *Tentamen de motuum coelestium causis* (S. 82–96, LMG VI, S. 144–161; diese Aufsätze werden voraussichtlich in künftigen Bänden von *LSB* VIII ediert). Die thematische Verwandtschaft zwischen dem zweiten Teil von N. 68 und dem (in N. 68 nie erwähnten) *Schediasma*, kündigt sich bereits im Titel 10 des veröffentlichten Aufsatzes an. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass im *Schediasma* nur noch die Verzögerung eines sich in einem widerstehenden Medium bewegenden Körpers behandelt wird, während die Betrachtung des Mediums als Ursache der Gravitation und der Beschleunigung fallender Körper nicht mehr vorkommt (sie ist in das etwas später veröffentlichte *Tentamen* ausgewandert, wo Leibniz sie im Rahmen seiner Theorie der Planetenbewegung entfaltet). Der Umstand, dass beide später getrennt behandelte Themen – das Medium als Ursache der Verzögerung und das Medium als Ursache 15 der Beschleunigung – im Entwurf N. 68 noch zusammen und ohne Bezüge auf Leibnizens einschlägige Veröffentlichungen vom Anfang 1689 behandelt werden, ist wohl als Zeichen für eine frühere Entstehung 20 zu deuten.
- (3) Eine umfangreiche Untersuchung über die dissipative Wirkung eines widerstehenden Mediums hatte Leibniz bereits im Jahr 1675 in Paris angestellt (siehe *LSB* VIII, 2 N. 30 bis N. 38). Ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung war die Feststellung gewesen, dass von einem fluiden Medium zwei 25 Widerstandsarten hervorgehen: ein *absoluter* Widerstand, der von der Geschwindigkeit des beweglichen Körpers unabhängig sei, und ein geschwindigkeitsabhängiger *relativer* Widerstand (vgl. VIII, 2 N. 344; N. 35; N. 361; N. 362). Diese für Leibnizens Reibungslehre grundlegende Unterscheidung, die noch im 30 *Schediasma de resistentia medii* vom Januar 1689 die zentrale Rolle spielen sollte, bleibt im zweiten Teil des Entwurfs N. 68 unerwähnt. Auch dieser Umstand dürfte darauf hindeuten, dass N. 68 vor dem *Schediasma* entstand. Als Leibniz dieses letztere zu einem späteren Zeitpunkt (jedenfalls noch vor Ende 1688) anfertigte, knüpfte er offenbar an die Ergebnisse seiner Pariser Untersuchung an und baute sie weitgehend aus, während sie bei der Abfassung von N. 68 noch unberücksichtigt geblieben waren.
- 35 Insgesamt sind die *Physico-mechanicae leges* N. 68 folglich auf den Herbst 1688 zu datieren. Ihre Anfertigung muss nach Leibnizens wohl erster Lektüre von Newtons *Principia* erfolgt sein und fand höchstwahrscheinlich noch vor der Abfassung des *Schediasma de resistentia medii* statt, das im Januar 1689 veröffentlicht wurde.

[104 r°] Physico-Mechanicae leges ex congressu corporum ductae

Incipiamus a calculo congressus corporum directi. Hunc exposui tum in scheda separata, tum in brevi chartula Enchiridio inserta. Unde quaedam huc repeto.

${}_1C_2C = {}_2C_3C$ centri gravitatis via uniformis. ${}_1A_1B = {}_3A_3B$ accessus et recessus aequales. ${}_1A_2A, 5v$. ${}_1B_2B, 4y$. $AC, 3b$. $BC, [6a]$. ${}_2A \propto {}_2B \propto {}_2C$. Ergo ${}_1C_2C, 5$ $2c$. ${}_2A_3A, -\overline{1}x$. ${}_2B_3B, 8z$. \pm significet + si corpora sibi occurant, et - si in easdem partes eant.

$${}_1A_2A \pm {}_2A_1B = {}_1A_1C + {}_1C_1B \text{ seu } 5v \pm 4y \stackrel{(1)}{=} 3b + 6a.$$

$$2c \stackrel{(2)}{=} 5v - 3b \stackrel{(3)}{=} 6a \pm 4y \text{ (per 1, 2).}$$

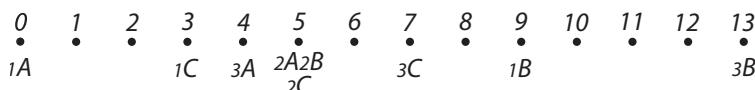
$$-\overline{1}x \stackrel{(4)}{=} 2c - 3b \stackrel{(5)}{=} 5v - (2)3b \text{ per (1, 4). Ergo (2)3b} \stackrel{(6)}{=} 5v - \overline{1}x.$$

$$8z \stackrel{(7)}{=} 2c + 6a \stackrel{(8)}{=} \pm 4y + (2)6a \text{ (per 3)} \stackrel{(9)}{=} 5v - 3b + 6a \text{ (per 2 et 7).}$$

$$(2)6a \stackrel{(10)}{=} \pm 4y + 8z \text{ (per 8).}$$

Ex 6 et 10 fit $6a : 3b :: \overline{4y + 8z} : \overline{5v - \overline{1}x}$. Seu $\overline{5v - \overline{1}x} 6a \stackrel{(11)}{=} \overline{4y + 8z} 3b$, et transponendo $6a5v \pm 3b4y \stackrel{(12)}{=} 6a \cdot \overline{1}x + 3b \cdot 8z$. Seu quantitas progressus (hoc est motus summa si conspirant, differentia si contrarie diriguntur) eadem ante et post ictum.

Per 4 et 7 et 1 fit $8z - \overline{1}x \cdot \stackrel{(13)}{=} 5v \pm 4y \stackrel{(14)}{=} 6a + 3b$. Seu summae vel differentiae velocitatum ante et post concursum sunt aequales. Et distantiae corporum[,] aequali ante et post concursum tempore[,] sunt aequales.



[Fig. 1]

2 Incipiamus (1) | de streicht Hrsg. | (2) a L 3 Unde quaedam huc repeto. erg. L 4 centri gravitatis via uniformis erg. L 4f. accessus et recessus aequales erg. L 5 2b L ändert Hrsg. 10 per (1, 4) erg. L 14 motus erg. L 15 conspirant, (1) | si streicht Hrsg. | (2) differentia si L

2 scheda separata: Wohl Anspielung auf die *Leges concursuum*, N. 67 (Ende Oktober 1686 – Anfang Februar 1687). 3 chartula Enchiridio inserta: Nicht ermittelt. Vgl. aber den ähnlichen Hinweis in der Randbemerkung zu N. 67, S. 736.1; siehe hierzu S. 735.32–36.

Ex transposita aeq. 13 fit $5v + \sqrt{-1} \cdot x \stackrel{(15)}{=} \pm 4y + 8z \stackrel{(16)}{=}$ duplo $2c$ (per 2, 3, 4, 7), seu progreendiendi [velocitatem] (quae est summa velocitatum ejusdem corporis ante et post ictum, si sunt conspirantes; et differentia, si contrariae) esse aequalē duplāe velocitati centri gravitatis adeoque in ambobus corporibus esse eandem. Seu quod eodem reddit,
 5 intervallum ($1A_3A$ vel $1B_3B$) inter loca ejusdem corporis ante et post ictum eodem intervallo temporis ab ictu remota, seu progressum corporis toto tempore cuius medio factus est ictus (in eam partem in quam revera toto hoc tempore progressum deprehenditur) esse aequalē progressui centri gr. eodem tempore facto, atque adeo in ambobus corporibus esse aequalē. Unde et[,] si velocitates corporum propriae dicantur eae quae sunt
 10 ipsis reciproce proportionales, ita scilicet ut occurrerent sibi in centro gravitatis, [dici] potest, quantum corpus tota velocitate ante ictum excedit velocitatem propriam, tantum idem post ictum tota velocitate deficit infra velocitatem propriam vel contra. Differentia autem velocitatis totalis a propria est velocitas communis, ipsius scilicet centri gravitatis. Adeoque haec differentia non tantum in utroque tempore seu statu, sed etiam in utroque
 15 corpore eadem est.

Porro si aequ. 11 ducas in aeq. 15, dextrum in dextrum, sinistrum in sinistrum, fit $6a \cdot 25v^2 - 1 \cdot x^2 \stackrel{(17)}{=} 3b \cdot 64z^2 - 16y^2$, seu differentiae quadratorum a velocitatibus ejusdem corporis ante et post ictum, sunt corporibus reciproce proportionales. Hinc et patet, si unius corporis velocitas augetur ictu, alterius velocitatem minui ictu. Sublata est ambiguitas in hac aequatione, seu signum \pm . Ex transposita aequatione 17 fit
 20 $6a25v^2 + 3b16y^2 \stackrel{(18)}{=} [6]a1x^2 + 3b64z^2$. Hoc est, summa potentiae est eadem ante et post ictum.

Ex his varia colligas, ut ex aeq. 12 si ambo corpora ferantur ad easdem partes ante et post concursum, servatur quantitatum motus summa, si in contrarias differentia;
 25 si neutrum, tunc differentia quantitatum unius status aequatur summae quantitatum alterius status.

11–15 *Am Rand:* Velocitas propria corporis diversa prout cum diversis confertur.

2 velocitas L ändert Hrsg. 5 ejusdem corporis erg. L 10 dicit L ändert Hrsg.
 21 3 L ändert Hrsg. 25f. tunc (1) differentia | quantitatum erg. | status ante vel post ictum
 aequatur summae post vel ante ictum. (2) differentia quantitatum [...] alterius status. L

9f. si velocitates [...] proportionales: Siehe C. WREN, „Theory“, PT 1669, S. 867.

Corpus quod antecedit centrum gravitatis semper pergit ad easdem partes, quod contrait centro gravitatis semper reflectitur, denique quod insequitur[,] pone[,] centrum gravitatis, si plus quam duplo celerius fertur centro, post concursum repercutitur[:] sin minus pergit[:] si exacte duplo celerius quiescit. Cum omnia in easdem partes tendunt, satis appareat quod corpus antecedat aut sequatur centrum gravitatis[:] sed si corpora sibi occurunt, tunc in easdem partes cum centro gravitatis it ipsumque persequitur illud corpus cuius major est quantitas motus, contrait cuius minor, si aequalis amborum, centrum gravitatis quiescit. [104 v°]

Vis ictus: ab in $\overline{a+b}$, vis tota: $ab+cc$ in $\overline{a+b} = avv+byy$. Hinc vis ictus qua corpora in se invicem in concursu agunt, est ad vim reliquam ut rectangulum sub velocitatibus pro-
priis ad quadratum velocitatis communis. In corporibus mollibus vel imperfecte Elasticis
perditur vis ictus.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Porro per aeq. 5, si ex corporis tota velocitate ante ictum $5v$ detrahatur duplum velocitatis propriae seu (2) $3b$, residua erit tota ejus velocitas post ictum, seu $\overline{-1 \cdot x}$.

Porro $\overline{-1 \cdot x} = 2c - 3b$ et $2c = 6a \pm 4y$. Ergo si corpus B sit quiescens, seu $y = 0$, fiet $\overline{-1 \cdot x} = 6a - 3b$. Seu in casu quo corpus A motum impingit in B quiescens, erit $\overline{-1 \cdot x}$ velocitas ipsius A post ictum aequalis velocitati propriae ipsius B detracta velocitate propria ipsius A . Rursus per aeq. 1, quando $y = 0$, fit $5v = 3b + 6a$. Ergo $5v : \overline{-1 \cdot x} :: 6a + 3b : 6a - 3b$. Seu quando corpus A motum impingit in corpus B quiescens, erit 20 celeritas corporis A ante ictum, ad celeritatem ejusdem post ictum, ut summa corporum ad eorum differentiam.

Unde sequitur [corpore] A in medium aliquod impingente, nempe in partes ejus quae sint ut B quiescentes, semper in eadem ratione, nempe $A+B$ ad $A-B$ diminui velocitatem ipsius A , atque adeo diminutiones velocitatum esse velocitatibus proportionales. Seu 25

9–11 Am Rand hervorgehoben.

20–22 Quer am Rand, gestr. und abbrechend: Itaque in medio

9f. Hinc vis ictus (1) a vi (2) ad vim (3) qua corpora [...] vim reliquam L 11–16 mollibus (1) perditur vis ictus, (2) vel imperfecte Elasticis perditur vis ictus. L 14 per (1) (5) (2) aeq. 5, L 18 ipsius (1) A detracta (2) B detracta L 19 ipsius A . (1) Ergo (2) Rursus L 23 corpora L ändert Hrsg. 24 quiescentes, (1) | semper easdem, streicht Hrsg. | (2) semper in eadem ratione, L 25–S. 752.3 Seu spatiis [...] Nam $ds = vdt$. (1) Cum autem peri (2) Vide quid [...] corpus incurrit. erg. L

spatiis positis aequalibus decrementa velocitatum esse velocitatibus proportionalia et proinde temporibus aequalibus esse ut velocitatum quadrata. Nam $ds = v dt$. Vide quid dicendum, cum medium in corpus incurrit.

- Rursus quia per aeinq. 4 et 8 habemus: $\overline{-1} \cdot x = 5v - (2)3b$ et $8z = \frac{1}{2} 4y + (2)6a$, hinc si 5 corpus A et corpus B tendant in easdem partes, fit $z = y + (2)a$. Itaque si temporis exiguo quovis aequali intervallo corpus B novum impetum recipere intelligatur a corpusculo impacto quale est A ,

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

eadem semper manente velocitate y ipsius A , nempe y ; ponatur autem 2(a), hoc est velocitas propria ipsius B , manere semper eadem circiter; atque adeo intervallum inter A et B quod eo tempore absolvitur (nam quia a velocitas propria eadem manet, et corpora A et B semper aequalia manent, etiam corporum intervallum semper aequale manet, hujus enim in ratione certa portio est a) quoniam ipsius B motus, qui differentiam facere possit, exiguis est respectu motus celerissimi ipsius A in ipsum impingentis, atque adeo progressus ipsius B durante motu ipsius A in exiguo illo tempore in considerationem non venit, 15 hinc posita (2)a semper aequali corpus [Text bricht ab.]

tunc y semper manente, tantum examinandum quomodo crescat (2)a, seu quomodo crescat a . Crescit autem a , distantia corporis B a centro gravitatis communi, in ea ratione, in qua crescunt intervalla corporum [Text bricht ab.]

tunc posito intervallum inter corpora A et B initio tempusculi esse semper aequale, adeoque et a distantiam ipsius B a centro gravitatis communi, [quod] distantiam in ratione corporum secat, esse semper aequalem, atque adeo et duplum ejus, 2a, manifestum est variari y , seu dum [Text bricht ab.]

tunc posito y velocitatem esse semper aequalem, qua corpus A impingit in corpus B , necesse est distantiam ex qua corpus A dato tempore venit esse minorem, quia alioqui[,] cum B interim celerius progrediatur, corpus A ipsum eadem celeritate hoc tempore asse- 25 qui non posset. Itaque et a est major, quae est portio hujus distantiae in ratione corporis A , ad corporum summam $A + B$.

5f. partes, (1) fit $8z = +y + (2)6a$ (2) fit $z = y + (2)a$. (a) Itaque si quovis temporis | exiguo erg. | intervalllo (b) Itaque si [...] aequali intervallo L 6f. intelligatur (1) a corpore quale est A (2) a corpusculo [...] est A , L 9 autem (1) 2A, (2) 2(a), L 10 circiter; (1) seu (2) atque adeo L 11 manet, (1) etiam (2) et corpora [...] manent, etiam L 12 manet, (1) nempe qu (2) hujus enim L 14 ipsius (1) A (2) B L 15f. corpus (1) est autem y semper (2) itaque (c) tunc y semper L 16f. crescat a . (1) Sit ergo corpus (2) Crescit autem a , (a) in ea (b) distantia corporis [...] in ea L 20 quae L ändert Hrsq. 23 corpus A (1) exiguo illo tempusculo ve (2) assumto (3) dato tempore venit L 24 celerius (1) prosequat (2) progrediatur, L 24 corpus A | alias gestr. | ipsum L 25f. ratione (1) a ad (2) corporis A , ad L

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Est autem tanto major distantia, quanta est prior z. Ergo $\{m \cdot \bar{l}z\} = z$. Seu $l, 1+l, \bar{1+1+l}, 1+1+1+l$. Ergo incrementa sunt progressionis Arithmeticae, seu aequalibus temporibus aequaliter crescunt. [105 r^o]

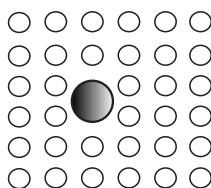
Jam distantia corporum $A+B$ sese insequentium, exprimitur per differentiam celeritatum, posito celeritates exprimi per spatia quae dato tempore absolvunt, seu per $x - y$, et $a = A \cdot \bar{x-y} : \bar{A+B}$. Ergo $z = Ay + By + Ax - Ay, : \bar{A+B}$. Seu $z = Ax + By, : A+B$.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

Itaque habemus praeclarum theorema, quod in medio aequabiliter impellente et ubique uniformi, incrementa velocitatum sint temporibus proportionalia uti in gravium acceleratione posuit Galilaeus. Sed hinc sequitur ipsas z esse progressionis Geometricae. Sit enim $Z = l$, fiet $(Z) = Z + m$, $Z = l + al = l \cdot \bar{1+a}$, et $((Z)) = (Z) + m(Z)$ seu $l + ml + ml + m^2l = l \cdot \boxed{2} \bar{1+m}$, et ita porro. Itaque si in medio aliquo uniformiter disseminata aequalia corpuscula aequalibus temporum intervallis in corpus aliquod aequali celeritate impingere idque in easdem semper partes propellere intelligantur, incrementa velocitatum impulsi corporis erunt progressionis Geometricae. Supponitur autem corpusculum incurrens eadem semper velocitate et linea venire [Text bricht ab.]

15

Cum ergo incrementum velocitatis seu excessus super y velocitatem priorem sit bis a, utique is excessus erit bis $A \cdot \bar{x-y} : \bar{A+B}$ seu $Ax : \bar{A+B}$ minus: $Ay : \bar{A+B}$. Jam $Ax : \bar{A+B}$ est semper eadem quantitas[,] et $Ay : \bar{A+B}$ variatur proportione prioris



[Fig. 2]

2 prior. (1) $y+z$ (2) z | seu distantia corporum sese insequentium, quae est initio motus erg. u. gestr. | Ergo (a) $z = (b) \{m \cdot \bar{l}z\} = z$. L 10 enim (1) z (2) $Z L$ 10 fiet (1) Z (2) $(Z) L$ 10 = $l \cdot \bar{1+a}$ erg. L 10f. et (1) z (2) $((Z)) L$ 11 m^2l , (1) seu (2) = (a) $l+1$, (b) $l \cdot \boxed{2} \bar{1+m}$, L 11 porro. (1) Sunt (2) Itaque L 11–13 aliquo (1) in quo di (2) aequabiliter (3) uniformiter disseminata (a) corpora (b) aequalia corpuscula (aa) aequalibus temporibus aequali celeritate in (bb) aequalibus temporum intervallis in | in streicht Hrsg. | corpus aliquod | aequali celeritate erg. | impingere L 13 impulsi corporis erg. L 14 autem (1) corpus (2) corpusculum L 16f. bis a (1) seu bis A (2), utique is [...] $A \cdot \bar{x-y} : \bar{A+B}$ (a). Jam cum (b) seu $Ax : \bar{A+B}$ minus: $Ay : \bar{A+B}$. Jam L

9 uti [...] Galilaeus: Vgl. G. GALILEI, *Discorsi*, dialogo III, theorema 1, prop. 1 (Leiden 1638, S. 169–171; GO VIII, S. 208 f.).

celeritatis. Itaque crementa seu differentiae velocitatum a medio uniformiter impellente componuntur ex duobus, nempe ex incremento semper aequali et ex decremente semper velocitatibus jam quae sit proportionali, seu ex incremento Arithmetic et decremente Geometrico. Et cum aliunde decrementa motus ex Medio resistente sint etiam velocitatibus proportionalia, seu Geometrica, hinc in universum dici potest[:] si medium partim impellat, partim resistat, ut fit in gravium descensu, incrementa velocitatis uniformia cum decrementis geometricis proportionalibus componi.

[Nachfolgend kleingedruckter Text in L gestrichen:]

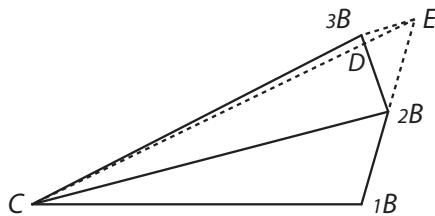
Quod si ipsum A impellens tam parvum sit ut prope nullam habeat rationem ad B , tunc $Ay : A + B$ haberi potest pro nihilo, et pro vero haberi potest assumptum Galilaei, idque verum est quamdiu loquimur de aethere impellente qui est subtilissimus[,] neglecto aere resistente qui est satis crassus. Haec autem intelligenda sunt, si celeritas x corpusculi A (impellentis) satis sit notabilis, respectu celeritatis y a corpore impulso acquisitae, alioqui enim si et x quasi infinite parva esset, tunc [Text bricht ab.]

Itaque ut locum habeat Hypothesis Galilaei necesse est x celeritatem corpusculi A impellentis corpus B incomparabiliter majorem esse quam y impetum a corpore B jam acquisitum, ita enim decrementum proportionale $Ay : \overline{A + B}$ negligi potest prae incremento aequabili $Ax : \overline{A + B}$.

Itaque quando corpora magnam velocitatem acquisivere ab impresso impetu, notabile fit decrementum. Sed hoc decrementum cum resistentia aeris in unum confundi tuto potest, quamdiu in eodem semper medio, nempe aere motus computatur. Pluribus autem mediis exhibitis putem experimentis determinari posse quanta sit celeritas x , et quanta magnitudo A . [105 v°]

1 Itaque (1) incrementa (2) crementa L 2 componuntur ex (1) duabus, (2) duobus, L 9f. tunc
 (1) fit (2) $Ay : A + B$ haberi potest L 10 et (1) verum manet (2) pro vero haberi potest L
 10–12 Galilaei (1). Verumtamen pro certo habendum est, non posse impune negligi quando celeri (2),
 idque verum est, quamdiu | quamdiu streicht Hrsg. | loquimur de aethere impellente (a), non quam
 (b) qui est [...] satis crassus. (aa) Et quidem quamdiu (aaa) x (bbb) celeritatis x corpusculi (bb) Haec
 autem [...] sit notabilis, L 14f. celeritatem (1) corporis A incompa (2) corpusculi A impellentis
 | corpus B erg. | incomparabiliter L 15 quam (1) celeritatem a cor (2) y impetum a corpore L
 19 decrementum (1), non tantum et propo (2). Sed hoc L

10 assumptum Galilaei: a.a.O. 14 Hypothesis Galilaei: a.a.O.



[Fig. 3]

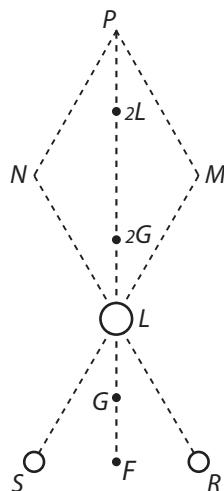
Porro observavit Keplerus areas Ellipseos[,] ex sole tanquam umbilico radiis ad loca planetae ductis abscissas[,] esse temporibus proportionales; quae Neutonus illustravit, ostendens[:] si mobile ferri ponatur composito motu, uno centripeto semper denuo impresso, altero insito, areas ex centro radiis abscissas esse temporibus proportionales. Haec ergo examinare ex principiis nostris magnum operae pretium erit.

5

Sit centrum C , mobile B quod tempore dato pervenit ex $1B$ in $2B$, id in $2B$ positum ob impulsu[m] centripetum declinet a recta $1B2B$ continuata versus E , et potius feratur in recta $2B3B$ eamque absolvat dato eodem tempore, quod sc. priori sit aequale; ajo aream $1BC_2B$ esse areae $2BC_3B$ aequalem. Sumatur $2BE$ aequalis ipsi $1B2B$, exprimens continuationem motus insiti tempore dato absolvendi, et ducatur E_3B parallela ipsi $2BC$ 10 et ad partes C , quae exprimat celeritatem motus centripeti impressi eodem tempore absolvendi, itaque motus compositus erit in recta $2B3B$; eodem tempore jungatur CE secans $2B3B$ (si opus productam) in D , ajo triangulum C_2B_3B aequari triangulo C_1B_2B . Nam triangulum C_1B_2B aequatur C_2BE , triangulum autem C_2BE aequari triangulo C_2B_3B sic [ostendo], commune est ambobus triangulum C_2BD , tantum ergo oportet 15 aequalia esse triangula CE_3B et $2BE_3B$, quod patet cum sint super eadem basi E_3B et inter easdem parallelas C_2B et E_3B .

1f. Keplerus (1) aequales (2) areas Ellipseos [...] temporibus proportionales, L 3f. centripeto (1) altero (2) semper novum (3) altero in (4) semper (a) superveniente (b) denuo impresso, altero insito L
 6 mobile B (1) tendens quod (2) quod L 6–9 $1B$ in $2B$, (1) prolongetur recta $1B2B$ usque in E , ut (a) sit (b) sint $1B2B$ et $2BE$ aequales, (2) id in $2B$ [...] in recta $2B3B$ (a), ajo si ponamus corpus B latum esse motu composito ex insito et centripeto (b) eamque | tempore pri *streicht Hrsg.* | (c) eamque absolvat [...] ajo aream (aa) $1B2B$ (bb) $1BC_2B$ esse areae $2BC_3B$ aequalem. L 10 tempore dato absolvendi *erg. L* 15 ostenso L ändert *Hrsg.*

[Fig. 3]: Vgl. das Diagramm a.a.O, S. 37. 1f. observavit [...] proportionales: J. KEPLER, *Astronomia nova*, pars III, cap. 40 (Heidelberg 1609, S. 192–198; KGW III, S. 263–270). Das ist Keplers 2. Planetengesetz. 2–4 quae [...] proportionales: I. NEWTON, *Principia*, lib. I, sect. II, prop. 1 (London 1687, S. 37 f.).

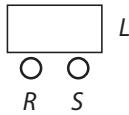


[Fig. 4]

Atque haec quidem recte, ex hypothesi Mathematica compositi motus. Verum in natura rerum talis compositio motuum habet difficultates. Nam a me alibi ostensum est[:] si mobile in L positum duobus nisibus aequalibus feratur versus M et versus N , completo parallelogrammo $LMPN$, verum quidem est corpus mobile debere moveri in diagonali LP , sed dubium est an, ut vulgo putant, nisu seu celeritate ut LP . Ponamus corpora duo aequalia R et S impingere eadem velocitate eodem tempore in L , rectis RL et SL quae continuatae tendant in N et M , et ambo quidem imprimere corpori L velocitates et directiones LN et LM aequales, corpora autem R et S retinere velocitates etiam aequales. Sint corpora L , R , S exprimenda per l , r , s , et velocitas ipsius r sit p et

1 recte, (1) si ponamus (2) si (3) si (4) ex hypothesi L 3 est (1) si corpus A feratur (2) duobus (3) duobus nisibus aequ (4) si mobile in (a) A (b) L positum duobus nisibus aequalibus L 5 sed (1) non ut ita (ut) eodem tem (2) dubium est [...] ut LP . (a) Sed (b) Si scilicet (c) Ponamus L 6 aequalia erg. L 7f. corpori L (1) velocitatem LN et (2) velocitates et [...] LM aequales, L

[Fig. 4]: Die im Text (S. 757.7–10) erwähnten Punkte $2F$ und $2R$ sind im Diagramm nicht gezeichnet.
2 alibi: Vermutlich Anspielung auf N. 653 (1686 – Oktober 1687). 5 ut vulgo putant: Leibniz spielt auf die Methode an, Fälle schiefen Stoßes mithilfe der *compositio motuum* zu berechnen. Anwendungen dieser Methode (auf den schiefen Stoß zweier Körper) findet sich etwa bei E. MARIOTTE, *De la percussion*, partie II, prop. 1–4 (Paris 1673, S. 179–205).



[Fig. 5]

ipsius s sit etiam p , erit vis ante ictum $rp^2 + sp^2$, at velocitas impressa corpori L sit m tam versus LN quam versus LM , fiet vis ejus: $lm^2 + lm^2$ seu $2lm^2$, residua ipsorum corporum r et s [velocitas] sit q . Ergo fiet: $2lm^2 + rq^2 + sq^2 = rp^2 + sp^2$, seu $2lm^2 = \overline{r+s} \cdot \overline{p^2 - q^2}$. Ergo si $r = s$, fiet $lm^2 = rp^2 - q^2$. Sit F centrum gr. RS et sit G centr. gr. LRS , erit G in recta FL , et $FG : LG :: l : 2r$. Sit $FG = l$, fiet $LG = 2r$, quae est via centri gr. ante 5 ictum. Cui sumenda aequalis $L2G = 2r$, quae est via centri gravitatis post ictum. Jam celeritas vera corporis L post ictum, seu recta $L2L$, sit x , fiet $2G2L = x - 2r$, et $2F2G$ ad $2G2L$ ut LG ad FG , seu ut $2r$ ad l , seu $2F2G : \overline{x-2r} :: 2r : l$, seu $2F2G = \overline{x-2r} \cdot 2r : l$. Jam $L2F = 2F2G \pm L2G$, erit $L2F = \overline{x-2r} \cdot 2r : l$ [\pm] $2r$. Est autem FL ad RL ut $2r + l$ ad p . Ergo et $L2R$ seu q ad $L2F$ ut p ad $2r + l$, et fiet: $q \cdot \overline{2r+l} = p \cdot \overline{x-2r} \cdot \overline{2r:l-2r}$. Cum 10 ergo paulo ante habuerimus q , tunc etiam habemus x , sed ne implicemur calculo ponamus corpori $[L]$ aequaliter impingi corpora R et S inter se aequalia, et ita quidem ut post ictum quiescant ambo, ipso solo per gente, quod utique possibile est. Patet non iturum corpus ea celeritate quae sit dupla ejus quam receperisset si ab uno fuisset impulsu idque quiescisset, sed [qua] sit potentia dupla.

Verum ut his tribus facilius explicemur illud[,] ajo[:] si vis centripeta quae quovis momento temporis imprimitur, sit ad vim insitam seu vivam incomparabiliter parva[,]

1 sit (1) q (2) etiam p , L 1f. sit m , (1) fiet (2) tam versus [...] LM , fiet L 3 vis L ändert Hrsg. 3-6 $\overline{p^2 - q^2}$ (1), sit p centrum gr. RS et | et streicht Hrsg. | G sit centr. gr. LRS , erit G in recta FL et LG : (2). Ergo si [...] centr. gr. LRS , (a) et (b) erit G [...] $FG : LG :: l : 2r$ (1) et via centri gravitatis ante ictum sit (2). Sit $FG = l$ [...] ante ictum. L 8f. $2r : l$. (1) Jam ratio ipsius FL ad RL , seu ipsius (2) Jam (a) ratio F (b) $L2F = 2F2G \pm L2G$, (aa) seu (bb) erit (cc) erit $L2F = \overline{x-2r} \cdot \overline{2r:l} | - ändert Hrsg. | 2r. L 9f. RL (1) ut $2r$ ad (2) seu (3) ut $2r + l$ ad p . L 10 $L2F$ (1) seu ad (2) ut p ad $2r + l$, L 12 R L ändert Hrsg. 15 quae L ändert Hrsg. 17 imprimitur (1) sit ad insitam in rati (2) sit ad vim insitam L 17 vivam (1) in est (2) incomparabiliter $L$$

7f. $2F2G$ ad [...] ad l : Leibniz verwechselt hier LG und FG . Die richtige Proportion wäre: $2F2G : 2G2L = FG : GL = l : 2r$. Der Fehler wirkt sich auf die folgende Herleitung aus.

nullum fieri errorem notabilem assumendo[,] ut positum est[,] ut areae C_1B_2B et C_2B_3B fieri possent aequales. *(Sive)* tantum difficultatis superest, quod tunc etiam angulus fit infinite parvus, adeoque non nisi longissimo tempore datur curva. In genere videndum an principium compositionis motuum servari possit[;]⁴ quid fiat si corpori insolido vi impressa
5 pergere conanti semper aequalibus intervallis corpuscula certa eodem modo imprimantur[;]⁵ an saltem tunc sensibiliter locum habere possit quod supponitur. Fingenda navis. Fingenda et corpora nunc disjuncta, nunc sese capientia. Haec de novo.

4 possit (1), ponendo scilicet (2) quid fiat L

3–7 In genere [...] novo: Wohl Vorverweis auf N. 69. Siehe hierzu S. 759.20–22.

69. PLURIUM CORPORUM CONCURSUS

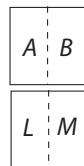
[Herbst 1688 – Anfang 1689]

Überlieferung:

L Aufzeichnung: LH XXXV 10, 7 Bl. 9–10. Ein Bogen 4°; Gegenmarke eines Wasserzeichens im Falz (Wiener Papier). Zweiseindreiviertel Seiten auf Bl. 9 r° bis Bl. 10 r°; Bl. 10 v° ist unbeschrieben.

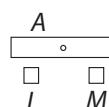
Datierungsgründe: Die vorliegende titellose Aufzeichnung N. 69 ist auf Papier verfasst, das sich anhand des Wasserzeichens auf Leibnizens ersten Aufenthalt in Wien (Mai 1688 bis Februar 1689) datieren lässt. Die Entstehungszeit lässt sich jedoch weiter einschränken. Die Verwendung der Begriffe *vis insita* (S. 762.4) und *quantitas centripeta vel centrifuga* (S. 765.12) sowie die grundlegende Fragestellung, die die Auseinandersetzung mit der Stoßlehre in N. 69 offenbar veranlasst – nämlich eine rein mechanistische Erklärung der Wurf- und Umlaufbahn (vgl. S. 762.4–8) –, setzen eine unmittelbare Auseinandersetzung mit Newtons *Principia* (1687) voraus, oder wenigstens eine Lektüre der von C. Pfautz veröffentlichten, ausführlichen Besprechung von Newtons Abhandlung (*AE*, Juni 1688, S. 303–315). Mit den *Principia* – insbesondere dem ersten Lehrsatz (lib. I, sect. II, prop. 1, S. 37f.) – befasst sich ebenfalls der im Herbst 1688 niedergeschriebene Entwurf *Physico-mechanicae leges* (N. 68 in diesem Band; siehe für die Einzelheiten die Datierungsgründe auf S. 747). Am Ende dieses Textes skizziert Leibniz gleichsam das Programm für die Fortsetzung der Untersuchung (S. 758.3–7): Es gelte insbesondere zu prüfen, ob das Prinzip der *compositio motuum* – und somit die „Schiff“-Methode – auch auf Fälle schiefen und mehrfachen Stoßes anwendbar bleibe. Zu diesem Zweck sei es methodisch von der „fiktionalen“ Annahme auszugehen, dass die zusammenstoßenden Körper sich nach Belieben als zusammenhängend oder abgetrennt auffassen ließen. An dieses in N. 68 skizzierte „Arbeitsprogramm“ knüpft offenbar die Aufzeichnung N. 69 an: Hier werden in systematischer Ordnung Fälle mehrfachen Stoßes untersucht, und zwar unter den methodischen Annahmen, die am Ende von N. 68 kurz dargelegt werden. Der Zusammenhang beider Texte wird auch bei den Zeichnungen sichtbar: Das Diagramm [Fig. 5] in N. 68 (S. 757), das keine Verbindung mit dem dortigen Text aufweist, zeigt indessen auffällige Ähnlichkeit mit dem Diagramm [Fig. 2] in N. 69 (S. 760). Aus dieser inhaltlichen Abhängigkeit folgt, dass N. 69 nicht vor N. 68, d.h. nicht vor dem Herbst 1688, entstanden sein kann, aller Wahrscheinlichkeit nach aber noch vor Leibnizens Abfahrt aus Wien in Februar 1689 angefertigt wurde. Hieraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierung.

[9 r^o] Si corpus *LM* incurrat in corpus *AB*, demonstratum est alibi ex lege conservandae potentiae et directionis, quid sit futurum.



[Fig. 1]

Sed si ponamus corpora *AB* et *LM* duplia, et *AB* simile equidem esse et similiter positum ipsi *LM*, neutrum tamen esse cohaerens atque unum, sed ambo constare, illud ex *A* et *B*, hoc ex *L* et *M*, quae iterum similia et similiter posita, tunc utique omnia 5 orientur quae ante, perinde ac si ambo corpora essent firma, seu perinde ac si *A* et *B* unum corpus firmum componerent, ac similiter *L* et *M*, ut facile demonstrari potest.

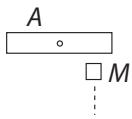


[Fig. 2]

Sed quod si ponamus alterutrum esse firmum, alterum esse solutum, nihilominus dicendum erit idem oriri, cum ambobus et solutis eodem modo resilientibus, perinde sit, 10 ac si idem adhuc sit corpus, neque enim ob ictum a se invicem separantur licet soluta. Itaque generaliter, si duo corpora *L*, *M* impingant in tertium *A*, atque ita quidem ut nulla sit causa cur non post ictum eandem quam antea distantiam servent, eadem orientur phaenomena, ac si duo corpora fuissent firmiter connexa, seu constituissent corpus unum.

1 ex (1) natura ser (2) lege conservandae *L* 3f. ponamus (1) corpus (2) corpora *AB* et *LM* | et streicht Hrsg. | duplia, et *AB* (a) similiter (b) simile equidem [...] ipsi *LM*, (aa) sed (bb) neutrum tamen *L* 11 *L*, *M* erg. *L*

1 alibi: Vermutlich Anspielung auf den ersten Teil von N. 68, wo Leibniz in Anlehnung an N. 67 die Gesetze des direkten zentralen Stoßes unter den angegebenen Annahmen nachweist. Den Erhalt der *potentia* (d.h. der Kraft mv^2) und der *directio* (d.h. der gleichförmigen Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts) hat Leibniz wiederum in *De corporum concursu* (N. 58₁₀ und N. 58₁₁) nachgewiesen.



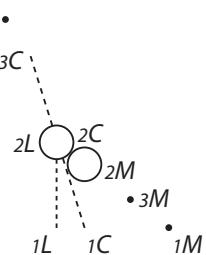
[Fig. 3]

Si in corpus A impingat corpus M linea non directa in centrum gravitatis ipsius A ita, ut intelligi possit corpus A non tantum directe propelli ab hoc ictu, sed et gyrari, definiendum est, quae sit gyratio; quae propulsio. Videtur talis ineunda ratio, ut omnia quam minime mutentur.



[Fig. 4]

Si in corpus A impingant duo corpora L et M , conspirantia ad eandem gyrationem 5 ipsius A , videndum est quae lex gyrationis prodire debeat[;] corpus autem semel gyrans, si partes habeat satis firmas semper gyrabit.

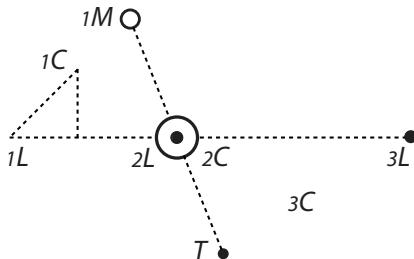


[Fig. 5]

Si in corpus L veniens celeritate $1L_2L$ impingat corpus M celeritate $1M_2M$, quaeritur quid sit futurum. Pro certo habendum est corpus M manere in linea $1M_2M$, si scilicet in momento incursus illa linea recta per centrum ipsius $2L$ transit. Pro certo etiam habendum est viam centri gravitatis communis manere eandem $1C_2C$, ante et post concursum[;]

2 corpus A (1) simul gyrari (2) non tantum gravitatis [...] et gyrari, L 5 in erg. L 6 ipsius A erg. L
9 futurum. (1) Ponamus corpora esse (a) puncta ut (b) incomparabilis parvitas seu ut puncta, (2) Pro certo habendum est L 10 momento (1) dire (2) incursus L 11 communis erg. L

datur ergo $2C_3C$, adeoque et punctum $3C$. Quod si ergo daretur et punctum $3M$ seu recta $2M_3M$, necessario daretur et punctum $3L$, quia recta $3L_3M$ a punto $3C$ in data ratione secatur, et [$3L_3C$] datur.



[Fig. 6]

Si corpus L tendat vi insita in recta $2L_3L$, et eo momento quo est in $2L$ impellatur
5 versus centrum T a corpore M in ipsum impingente, et ponatur corpus M quiescere post
ictum, necesse est corpus impulsum L ire in recta $1C_2C$ seu CL continuata, quia (posito
corporum L et M magnitudinem hic non considerari quasi esset incomparabiliter parva)
 $2M$ seu $3M$, et $3C$ sunt in illa recta.

Videndum an in concursu obliquo quocunque semper eadem maneat celeritas respec-
tiva ante et post ictum, ita ut oculus in altero corpore ut immoto positus videat aequalem
10 recessui accessum. Item videndum an in concursu plurium corporum oculus in uno eorum
positus eandem observet celeritatem respectivam in centro gravitatis reliquorum.

Si principium navis succedit uti arbitror[,] ut eadem semper prodeant phaenomena in
navi, quae extra navim; utique necesse est regulam de quantitate progressus seu de summa
15 et differentia velocitatum semper manere eandem, quia [9 v°] communis progressus qui
rependitur detrahendo tantundem unis et addendo alteris, nihil mutat.

Si plura corpora simul concurrant, primum definiatur quid fiat in tribus. Deinde
quid in quatuor, et ita porro. Propositis tribus concurrentibus, incipiendum est a casu

³ $3M_3C$ L ändert Hrsg. ⁴ quo est in $2L$ erg. L ¹³ uti arbitror erg. L ¹⁷ fiat (1), si
posito (2) in tribus. L 18-S. 763.2 concurrentibus, (1) talis illorum ad (2) incipiendum est (a) ab
aequalibus et quo omnia redduntur fa (b) a casu [...] habeant ad tertium. L

² recta $3L_3M$: Die durch $3C$ führende Gerade $3L_3M$ ist im Diagramm [Fig. 5] auf S. 761 nicht
eingezzeichnet. ⁸ $2M$ seu [...] recta: Weder die durch $1C_2C_3C$ führende Gerade noch die Punkte
 $2M$ bzw. $3M$, die mit $2L$ und $2C$ zusammenfallen, sind im Diagramm [Fig. 6] eingezzeichnet.

duorum vel trium aequalium, et deinde fingendus est motus communis in navi talis, ut eo posito duo illa corpora aequalia in concursu se eodem modo habeant ad tertium. Ita et post percussionem eodem modo se ad ipsum habebunt. Unde ex superioribus omnia possunt determinari.

Videndum[,] si corpus unum *A* cum pluribus aliis ut *B*, *C*, *D* concurrat, an liceat 5 non tantum aliquid excogitare quod sit omnibus *A*, *B*, *C*, *D* commune ante et post concursum, sed etiam quod sit solis *B*, *C*, *D* commune ante et post concursum. Hoc enim habitu daretur semper progressus ad plura.

Videndum an non liceat pro certo ponere[:] oculum positum in uno corporum *A* spectato ut quiescente, semper videre effectum in aliis omnibus ante concursum similem 10 et congruum effectui post concursum; posito scilicet ipsum corpus fingi quasi maneret quiescens. Et videndum an omnia eodem modo supponere liceat, ac si corpus quiescens sit immobile et in reliquis eadem potentia ante et post concursum eademque directionis summa servetur.

Videndum etiam an liceat pro certo ponere, si corpora per reflexiones vel alias 15 fictiones eo reducantur, ut effectum producere debeant similem causae, vel propinquum, tunc omnino productura esse eundem. Pro certo etiam habenda est regula Evanescentiae seu transitus a motu ad quietem[,] sumtam pro motu infinite parvo, et similia.

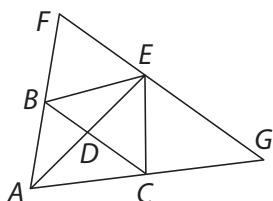
Ex hoc uno, ut fingamus corpora si placet subito reddi connexa, demonstratur centrum gravitatis eadem velocitate procedere ante et post ictum. Nam fingamus corpora in 20 motu concursus reddi connexa, tunc procedent utique eadem velocitate qua suum centrum gravitatis procedit post ictum. Itaque si illud velocius vel tardius procedit quam ante, tunc vertendo progressum in ascensum, poterit centrum gravitatis eorum altius attolli quam ante, vel minus alte; plus scilicet vel minus, quam si paulo ante ictum connexa facta fuissent. Centrum gravitatis autem semper debere tendere in easdem partes ex eo 25

23 An Rand: NB

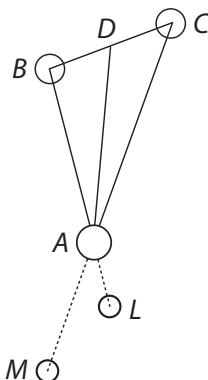
3 ex (1) prioribus (2) superioribus *L* 5f. Videndum (1) an gener (2) si corpus [...] pluribus aliis | ut erg. | *B*, *C*, *D* concurrat, an liceat (a) non tantum omnibus (b) non tantum [...] quod sit (aa) non tantum (bb) omnibus *A*, *B*, *C*, *D* commune *L* 10 in aliis omnibus erg. *L* 11 et congruum erg. *L* 12 an (1) hoc casu, considera (2) omnia eodem *L* 17 omnino (1) proditura ess (2) productura esse *L* 17 etiam (1) habendum est, paul (2) habenda est regula Evanescentiae *L* 19 reddi (1) connectentia, necesse est, ut (2) connexa, demonstratur *L* 21 tunc (1) si centr (2) procedent *L* 22 velocius vel erg. *L*

sequitur, quia nulla est ratio mutationis. Videtur tamen melius ex eo demonstrari, si ponamus motum esse gravium partim ascendentium in liquido, partim descendentium, inter duo plana inclinata infinitesime. Cum enim utique centrum commune omnium gravium horum necessario non ascendat sed descendat, posito plus esse gravitatis quam levitatis, 5 ubi utique concursu licet facto, centrum omnium tendet in easdem partes. [10 r°]

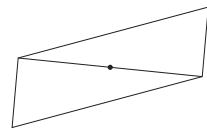
Ex illo autem paeclare multa demonstrantur. Si ponatur corpus plures habere conatus simul, et fingatur ipsum in plura dividi aequaliter[,] haud leviora specifice, et ire in omnes illas partes, deinde notetur via centri gravitatis quae tunc futura sit, seu celeritas; eadem erit [via centri gravitatis,] imo et eadem celeritas. Ponamus ergo corpus *A* habere duos conatus, unum *AB*, alterum *AC*[;] ponatur dividi in duo corpora dimidiae levitatis specificae vel si placet dimidiae magnitudinis, quorum unum tendat in *B*, alterum in *C*, utique centrum gravitatis amborum perveniet in *D*, quo recta bisecans angulum *BAC* occurrit ipsi *BC*. Sed videtur oriri debere duplum, nempe *E*.



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

3 Am Rand: NB

2f. descendentium, (1) super plana (2) inter duo plana *L* 7 haud leviora specifice erg. *L* 9 erit (1) via centri gravitatis, (a) nam via totius corporis (b) sed quaeritur quae celeritas, nam via (2) | via centri gravitatis, erg. Hrsg. | imo et eadem celeritas. *L* 10f. corpora (1) duplo spec (2) dimidiae levitatis specificae *L*

Nam corpus dimidia levitatis debet progredi duplo celerius, ut eadem sit quantitas progressus, nempe in *F* et in *G*. Verum difficultas est, quod non videtur sumenda eadem quantitas progressus sed eadem quantitas potentiae. Sed responderi potest, eandem esse quantitatem progressus, sed non mutari ideo quantitatem potentiae, quae pendet ex consideratione causae, quae corpori *A* duplices illos conatus impressit. Ponamus scilicet 5 corpora duo *L* et *M* incurrere in corpus *A*, ajo debere eandem esse quantitatem progressus in recta *LB* et parallelis ante et post concursum, et similiter etiam eandem esse debere quantitatem progressus in recta *MC* et parallelis. Praeterea eandem debere esse potentiam.

Quotcunque corporum nihil ab aliis, extra ipsa [invicem], patientium quantitas pro- 10 gressus respectu distantiae a dato quovis puncto semper est aequalis seu[,] puncto illo eodem assumto, eadem semper est quantitas centripeta vel centrifuga.

7 etiam (1) ante (2) eadem *L* 9–12 potentiam (1) Omnium corporum quanti (2) Quantitas (a) progressus (b) appropinquationis quotcunque corporum, (aa) quae aliunde non (bb) aliunde (aaa) non (bbb) nihil (3) quantitas (4) accessus aut recessus quotcunque corporum (5) Quantitas appropinquationis (6) Celeritas (7) Quantitas appropinquationis | vel elongationis *erg.* | quotcunque corporum ad idem (8) Quantitas progressus (9) Quotcunque corporum | nihil ab aliis, extra ipsa | ivicem ändert Hrsg. | , patientium quantitas progressus *erg.* | respectu distantiae [...] est aequalis, (a) si scilicet corpora haec nihil ab aliis extraneis extra ipsa pati intelligantur. (b) seu (aa) eadem est (bb) puncto illo [...] vel centrifuga. *L*

70. PERMUTATIO IMPETUUM NON SUCCEDIT NISI INTER AEQUALIA
 [März 1689 – März 1690]

Überlieferung:

L Konzept: LH XXXV 14, 2 Bl. 7. Ein Zettel (ca. 14,5 x 4 cm.); Wasserzeichenfragment am Blattrand (italienisches Papier); alle Ränder beschnitten. Zwei Seiten.

Datierungsgründe: Wegen der Verwendung italienischen Papiers kann von einer Abfassung des Konzepts während des Italienaufenthaltes (März 1689 bis März 1690) ausgegangen werden.

[7 r^o] $a \left\{ \begin{array}{c|c} v & y \\ x & z \end{array} \right\} b. \quad z = \oplus \frac{av}{b}. \quad x = \odot \frac{by}{a}. \quad$ Permutatio impetuum[;] videamus quid ex hoc sequatur.

$av + byy \text{ an} = axx + bzz$, potentiae servatio succedit[?] Ita sane nam fit $avv + byy = byy + avv$.

10 $v \pm y = a + b. \quad z = \pm y + \text{bis } a. \quad x = v - \text{bis } b. \quad z - x = a + b. \quad z - x = \text{bis } \overline{a + b} \pm y - v = a + b.$
 $\oplus av : b \odot by : a = \oplus aav \odot bby : ab = \overline{a + b}.$

[7 v^o] Ergo $\oplus aav \odot bby \stackrel{(1)}{=} ab \overline{a + b}$. Sed $a + b = v \pm y$. Ergo fiet $\oplus aav \odot bby = ab \overline{v \mp y}$. Rursus $v \pm y \stackrel{(2)}{=} a + b$. Ope horum duorum debet prodire aequatio identica: $\pm y = a + b - v$. Et in aequ. 1. fiet $\oplus aav \odot \pm abb \odot \pm b^3 \odot \pm bbv = a^2b + ab^2$ [,] quod succedere non potest nisi cum a et b aequales, non ergo aliter locum habet impetus permutatio.

6 Permutatio (1) impetum (2) impetuum L 8 bzz, | ita sane gestr. | potentiae L 13 $\overline{v \mp y}$.
 (1) Sed hoc locum non habet, debuisse enim prodire aequatio anter (2) Rursus [...] duorum L

71. SI CORPUS INCURRENS SISTATUR, NON EADEM SERVETUR POTENTIA
 [März 1689 – März 1690]

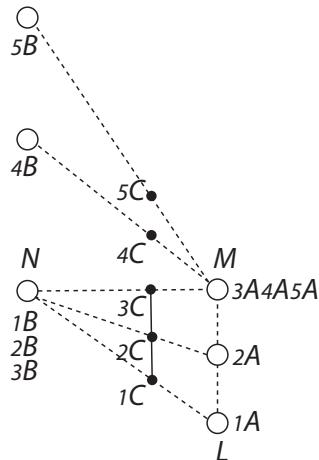
Überlieferung:

L Konzept: LH XXXVII 5 Bl. 17. Ein Zettel (ca. 9 x 10,5 cm.); italienisches Papier; rechter, linker und unterer Rand beschnitten; Papiererhaltungsmaßnahmen. Eine Seite auf Bl. 17 r°; Bl. 17 v° leer bis auf ein nicht zuordnbares Zeichen (längliches Kreuz).

Datierungsgründe: Wegen der Verwendung italienischen Papiers kann von einer Abfassung des Konzepts während des Italienaufenthaltes (März 1689 bis März 1690) ausgegangen werden. 5

In dem Konzept führt Leibniz ein Gedankenexperiment aus, bei dem kein tatsächlicher Stoß zweier Körper, sondern ein „Quasi-Stoß“, im Mittelpunkt steht: Die Bahn des „stoßenden“ und des zunächst ruhenden Körpers fallen nicht auf dieselbe Gerade, sondern werden als zueinander parallel angenommen; der Weg des Schwerpunkts verläuft, ebenfalls geradlinig, dazwischen. Nichtsdestotrotz scheint das Gedankenexperiment als eine Analogie angedacht zu sein, um mit deren Hilfe über die Erhaltung bzw. Nichterhaltung der Kraft im entsprechenden „echten“ Stoßfall zu entscheiden. Leibniz kommt zum Schluss, dass wenn der bewegte Körper A nach dem Quasi-Stoß zum Stillstand kommt, und der ruhende Körper B sich nach der bekannten Stoßregel fortbewegt, die Kraft (*potentia, mv²*) des Systems nicht erhalten bleiben kann. Leibnizens Interesse an der entsprechenden Frage bezüglich des „echten“ Stoßes in der Zeit um die Abfassung von N. 71 ist gut belegt. Tatsächlich beantwortet Leibniz diese Frage in der Regel affirmativ: Die These, dass ein bewegter Körper nach dem Stoß auf einen ruhenden zum Stillstand kommen und dem anderen seine gesamte *vis* oder *potentia* übertragen kann, spielt eine tragende Rolle für seine Beweise in Schriften wie dem *Specimen praeclarissimum* zur *Dynamica* (1689–1690) oder den Aufsätzen aus der Papin-Kontroverse („De causa gravitatis“, AE, Mai 1690, S. 228–239 und „De legibus naturae“, AE, September 1691, S. 438–447). Die Leibniz'sche Annahme ist jedoch in ihrer allgemeinen Form physikalisch nicht haltbar: Nur wenn beide Körper die gleiche Masse haben, kann der stoßende 10 zum Stillstand kommen, ohne dass die Erhaltungssätze verletzt würden.

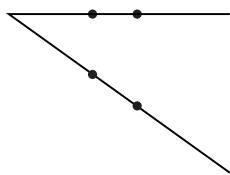
[17 r°] Si moveatur corpus A et quiescat corpus B et via ipsius A, sit $\angle A_2A_3A$ [,] erit via centri $\angle C_2C_3C$ parallela ipsi $\angle A_2A_3A$ et celeritas centri ad celeritatem corporis ut $\angle C_3C$ 25 ad $\angle A_3A$, seu BC ad BA seu ut A ad A + B.



[Fig. 1]

Ponatur in $3A$ (ubi minima est distantia a B) jam quiescere corpus A et moveri corpus B . Erit $3C5C$ celeritas et via centri eadem quae ante; sed $3B5B$ celeritas ipsius B est ad $3C5C$ vel ad $1C3C$ ut $A + B$ ad B . Ergo velocitas ipsius B nempe $3B5B$ est ad velocitatem ipsius A nempe $1A3A$, in composita ratione $A + B$ ad B , et A ad $A + B$ id est ut A ad B .

Ergo celeritate ipsius A moti existente v et potentia Avv , erit ipsius B celeritas $Av : B$ et potentia $BAAvv : BB$ seu $AAvv : B$. Ergo non potest esse eadem quae ante.



[Fig. 2]

1 $3A$ (1) jam quiesce (2) (ubi L) 2 Erit (1) via (2) $3C5C$ L 3 vel ad $1C3C$ erg. L
5f. ad B . (1) Jam ipsius (2) Ergo (a) potentia (b) celeritate ipsius A moti existente (aa) Avv (bb) v et potentia Avv , erit (aaa) potentia (bbb) ipsius B celeritas L

[Fig. 1]: Ein gestrichelter Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben.

II.B. AUSZÜGE, REZENSIONEN

72. NOTIZ ZU M. MARCI, DE MOTU
 [Anfang 1686 (?) – Anfang 1695 (?)]

Überlieferung:

L Notiz: LH XXXV 10, 8 Bl. 17. Ein unregelmäßig beschnittener Papierstreifen (ca. 17 x 1,5 cm). Eine Seite auf Bl. 17 r^o; Bl. 17 v^o leer.

Datierungsgründe: Leibniz nimmt Marcus Marci von Kronland in vorliegender Notiz als einen Autor in Sachen Stoß zur Kenntnis. In anderen Zusammenhängen zitiert er ihn mehrfach seit seiner Mainzer Zeit, aber erst im *Specimen Dynamicum* (AE, April 1695, S. 150; LMG VI, S. 239 f.) und in Briefen der darauf folgenden Jahre (LSB II, 3 N. 194, S. 503; LSB III, 7 N. 1, S. 15) wird Marci als einer derjenigen namentlich genannt, die Vorarbeiten zur Bewegungs- und Stoßlehre geleistet bzw. sich auf diesen Gebieten versucht haben. Etwas kürzer fällt diese Reihe an Namen noch in der *Brevis demonstratio* (Januar 1686) aus, die am Schluss einen ähnlichen Verweis auf Vorarbeiten liefert, Marci aber unerwähnt lässt (LSB VI, 4 N. 369, S. 2030). Die Datierung erfolgt unter der Annahme, dass Leibniz in diesem Zusammenhang auf Marci erst in der Zeit zwischen der *Brevis demonstratio* und dem *Specimen Dynamicum* aufmerksam geworden ist, wovon vorliegende Notiz zeugen könnte. Eine frühere oder spätere Datierung ist nicht auszuschließen. 5

[17 r^o] Marcus Marci in lib. de motu, agit ingeniose de orbiculorum impulsorum motibus. 15

15 Marcus Marci in lib. de motu: J. M. MARCI, *De proportione motus figurarum rectilinearum*, Prag 1648, Theorema XV–XX: „De Proportione Motus Orbiculorum tam ad se, quam ad Motum Orbiculi Contigui, a quo Impellitur“, Q2–R1.

73. AUS UND ZU G. A. BORELLI, DE VI PERCUSSIONIS
[März 1689 – März 1690]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus G. A. BORELLI, *De vi percussionis*, Bologna 1667: LH XXXV 14, 2 Bl. 2, 52. Ein Bogen 2°; Wasserzeichen in Bl. 52 (italienisches Papier); an den unteren Blattecken geringfügiger Textverlust durch Papierschaden; untere Ecke von Bl. 2 abgerissen, Teilstück angeklebt. Vier Seiten. Für [Fig. 5], [Fig. 6] und [Fig. 7] finden sich bei Borelli keine Vorlagen.

Datierungegründe: Die Auszüge aus Borellis *De vi percussionis* von 1667 sind auf italienischem Papier verfasst und entstanden daher höchstwahrscheinlich während Leibnizens Aufenthalts in Italien (März 1689 bis März 1690).

Nicht nur der Umfang und die Ausführlichkeit der Auszüge deuten darauf hin, dass Leibniz dort das Buch zum ersten Mal las; auch folgende Umstände lassen denselben Schluss zu. Aus den zahlreichen Erwähnungen von Borelli in Leibnizens Schriften und Briefen vor 1689 geht keine direkte Kenntnis von *De vi percussionis* hervor. Borelli wird in erster Linie als großer Geometer und wegen seiner Version von Apollonius angesprochen (z. B. *LSB* III, 1, S. 376; III, 3, S. 38). Selbst die Erwähnungen seiner naturphilosophischen Leistungen sind unspezifisch (z. B. *Hypothesis Physica Nova*, *LSB* VI, 2, S. 254f.; *Brevius Demonstratio*, *LSB* VI, 2, S. 2030) oder beschränken sich auf seine bekannte These, dass die Stoßkraft unendlich sei (*LSB* VIII, 2, S. 119, 162, 252; siehe *De vi percussionis*, Cap. XXVII–XXIX, S. 192–210). Aus einem Schreiben Schullers für Leibniz vom April 1677 (*LSB* III, 2, S. 78) ist bekannt, dass Tschirnhaus bei F. Regnault in Lyon verschiedene Werke Borellis, darunter *De vi percussionis* und *De motionibus naturalibus* von 1670, hatte einsehen können – Werke, die Tschirnhaus als „scripta rariora“ bezeichnete. In Italien bekam Leibniz zweifellos leichteren Zugang zu Borellis seltenen Büchern, als ihm in Hannover möglich gewesen war.

Obwohl wenige Jahre zuvor eine posthume Sammelausgabe beider obengenannten Abhandlungen erschienen war (*De vi percussionis, et motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*, Leiden 1686), muss Leibniz die italienische Erstausgabe (Bologna 1667) verwendet haben: Die einzige von ihm gemachte Seitenangabe („Et p. 49 addit“, für die Passage auf S. 775.9–11) stimmt mit der ersten Ausgabe überein, nicht aber mit der zweiten (die exzerpierte Stelle befindet sich auf S. 49 bzw. S. 37).

[2 r^o] Borelli *De percussione* prop. 13. *Si duo corpora aequalia inaequalibus velocitatibus moveantur eorum virtutes motivae eandem proportionem habebunt quam velocitates.* Probatio intelligi nequit. Nempe vim motivam nihil aliud esse quam nisum vel impetum, hic non potest percipi absque motione, itaque cum concipitur vis motiva dupla, seu duplus nisus concipitur agitatio dupla.

5

Hinc prop. [15.] Si aequales vires motivae *erunt velocitates reciproce proportionales corporibus.*

Incidentia perpendicularis est, quando linea perpendicularis ad corporis alterius superficiem, incidentia media cum linea motus transit per centra gravitatis. Cum utrumque fit dicetur perpendicularis et media.

10

Ex praef. Borelli. *Galilaeus in opusculo Mechanico edito juvenili aetate causam percussionis* inde assumxit, *quod momentum potentiae aequetur momento resistantiae,* quando *reciproce velocitates proportionales* sunt *potentiis scilicet vastum corpus elevari ictu minoris,* quo *ei communicatur velocitas quae ad velocitatem percutientis sit ut potentia percutientis ad resistantiam percussi,* sed videt postea *insufficientiam juvenilis ratiocinii,* 15 et longe aliter se rem habere in percussione quam in trutina.

Ostendemus inquit Borellus potentiam percussivam esse ipsam molem corpoream. *Malleus in actu percussionis,* etsi prius *vehementissime* motus[,] *non potest moveri celerius quam corpus percussum.*

Mersennus in *Reflex. phys. Math.* cap. 23. communicavit experimenta Galilaei ipsi a 20 Riccio communicata. *In medio chordae arcus annexo fune cubitali, cuius infimo termino*

1 Am Rand: Borelli liber ed. 2^{am} 1667^[a]

^[a] ed. 2^{am} 1667: Leibniz exzepiert aus der Erstausgabe, Bologna 1667; die zweite Ausgabe erschien 1686.

2 *quam (1) velocitatem scilicet vim motivam in plano (2) velocitates.* L 6 14. L ändert Hrsg. 10f. et media. (1) | In streicht Hrsg. | medio cho (2) Ex praef. L 17 inquit Borellus erg. L 20 *phys. Math.* (1) publicavit (2) cap. 23. communicavit L 20 Galilaei erg. L

1–5 *Si [...] dupla:* G. A. BORELLI, *De vi percussionis*, Bologna 1667, Prop. XIII, S. 38f. 6f. Hinc [...] *corporibus:* a.a.O., Prop. XV, S. 40. 8–10 Incidentia [...] media: a.a.O., Def. I, S. 41. 11–16 *Galilaeus [...] trutina:* a.a.O., Procemium, S. [1f.] mit Auslassungen. 17–19 Ostendemus [...] *percussum:* a.a.O., S. [3] mit Auslassungen. 20–S. 774.14 Mersennus [...] *concludetur:* a.a.O., [S. 4f.] mit Auslassungen.

pila plumbea 2 unciarum pendebat, hanc demisit a summitate arcus notavitque flexionem ejus et tractionem chordae, deinde decem libras collocavit in medio chordae ejusdem arcus, quo detineretur chorda in eodem statu flexionis. Cum postea robustiorem arcum sumsisset cuius chorda eodem pondere cadente ad minus spatium adduceretur, notavit non posse detineri chordam a 10 libris in eo loco ad quem vi duarum unciarum cadentium erat adducta, sed 20 libras requiri, unde concludebat arcum posse adeo robustum fieri, ut ne quidem 1000 librae possint illum in eo situ retinere, in quem a 2 uncias ut antea cadentibus erat adductus, qua propter vim percussionis aliqua ratione infinitam esse.

Aliam observationem affert de globo plumbeo, quem attenuet malleus ex unius brachii altitudine, quam attenuationem licet prima vice 10 librae globum aequalem prementes efficiunt[,] si tamen ictu repetito malleus suum globum plumbeum jam depresso ex eadem altitudine percutiat, novam depressionem faciet, quam non possint aliae librae, hoc est 20 librae efficere. Quod si rursus idem urgeas, tandem vis percussionis infinita concludetur.

*Et a fine dialogi 4ti de motu Galilaeus innuit theoriam energiae percussionis esse perobscuram, et ejus recessus remotos a primis hominum imaginationibus, et vim percussionis esse indeterminatam. Promittebat alibi hoc demonstrare, sed nihil tale repertum. Torricellius eadem prosecutus non demonstravit, sed conjecturis confirmavit vim percussionis esse infinitam. Tandem post diurnam inquit Borellus meditationem *hanc physicae Mathematicae partem* puto me ex integro reperisse proprio marte.*

Si projectum ab aere impellitur a quo impelletur ipse aer.

Si fluidum careat condensabilitate, aequalis est resistentia fluidi anterioris et conatus postici ad succedendum in ejus locum. Sin fluidum sit condensabile est minor. (+ Saltem motus circa suum centrum non pendet a medii fluidi impulsu. Et ille tamen converti semper potest in aliud. +)

23–25 *Am Rand:* NB NB

7 ut (1) nec (2) ne quidem L 10 quam (1) altitudinem possit (2) attenuationem licet (a) possit
(b) prima vice L 11 tamen (1) ictus (2) ictu L 13 20 | librae erg. | efficere. L 19f. *physicae*
(1) infinitam et (2) *Mathematicae partem* L 22 resistentia (1) aeris (2) fluidi L

15–19 Et a fine [...] infinitam: a.a.O., S. [5f]. 19f. *Tandem [...] marte:* a.a.O., S. [6]. 21 Si
[...] aer: a.a.O., Cap. III, S. 10. 22f. Si [...] locum: a.a.O., Prop. I, S. 12. 23 Sin [...] minor:
a.a.O., Prop. II, S. 13.

Si duo corpora dura et inflexibilia[,] non potest *A* totam suam velocitatem dare ipsi *B*, nam quando *B* ad eam velocitatem pervenit quae est ipsius *A* residua, jam nullus amplius sit impulsus. (+ Loquitur quasi successive transferretur sed tamen non est ejus mens. +) (+ Ratio vera quod non est ratio impulsus nisi adeo ut corpus cel(eri)us, ergo non est ratio ut moveatur celerius quam ipsum impingens. +)

5

Prop. 19. *Si corpus uniformiter latum, incident in aliud corpus indifferens ad motum, hoc incidentis velocitatem retardabit, eritque incidentis velocitas ad retardationem quam patitur ut summa incidentium[,] corporis incidentis et percussi[,] ad corpus percussum.* Supponit scilicet ambo postea moveri simul, contrarium fieri ex reflexione. Et p. 49 addit *quod tantopere aliqui peripatetici horrent videtur esse certissimum migrationem scilicet [mo]tivae virtutis.*

[2 v°] Item ait ibidem initio cap. [7.] debere *saltem prima corpora componentia hujus esse naturae*, ut sint *omnino dura et inflexibilia*. Gradus velocitatis amissae non reviviscit nisi a nova causa.

Corpus percussum uno instanti recipit totam velocitatem, oportet autem ambo esse 15 *omnino dura. Impossibile est ut corpus dum vehitur impetu proprio destituatur seu se habeat mere passive.* Videmus vehente quiescente ipsum porro continuare.

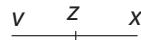
Gassendus cum de impressione impetus agit censem dum ab impellente adhuc movetur seu vehitur projectum assuescere motui, quasi tirocinio quo[d]am unde fiat ut postea per se eum peragat.

20

Percussio est *actio compressiva corporis* percu[ti]entis *excepta a percusso.* Vires percussionum in corpus non amovibile quiescens[,] si omnia sint inflexibilia seu dura, sunt ut vires motrices seu Borello in composita ratione corporum et velocitatum.

2 pervenit (1) | ad *streicht* Hrsg. | quam (2) quae *L* 3–6 impulsus. (1) (+ Fingit quasi (2) (+ Praesupponit successive transferri +) (3) (+ Loquitur [...] ratio (a) nisi (b) impulsus [...] impingens. +) (aa) Si (bb) Prop. 19 *L* 11 activae *L ändert* Hrsg. nach Vorlage 12 cap. | 1. ändert Hrsg. | (1) posse (2) debere *L* 19 quoddam *L ändert* Hrsg. nach Vorlage 21 *corporis* | corporis *streicht* Hrsg. | percurrentis ändert Hrsg. | excepta *L* 21f. percusso. (1) *Si corpora aequali velo* (2) Vires percussionum *L* 22 amovibile (1) sunt (2) quiescens *L*

1–3 Si [...] impulsus: a.a.O., Prop. XVIII, S. 43f. 6–8 *Si [...] percussum:* a.a.O., Prop. XIX, S. 46. 9 Supponit [...] reflexione: a.a.O., Cor., S. 47. 10f. *quod [...] virtutis:* a.a.O., S. 49. 12f. Item [...] *inflexibilia:* a.a.O., Cap. VII, S. 49 mit Auslassungen. 13f. Gradus [...] causa: a.a.O., Supp. II, S. 50f. 15f. Corpus [...] *dura:* a.a.O., Prop. XX, S. 52. 16f. *Impossibile [...] continuare:* a.a.O., Prop. XXII, S. 56. 18–20 Gassendus [...] peragat: a.a.O., Prop. XXI, S. 55 mit Auslassungen. 21 *Percussio [...] percusso:* a.a.O., Cap. X, S. 63. 21–23 Vires [...] velocitatum: a.a.O., Prop. XXVII, S. 66.



[Fig. 1]

Vis percussione factae a corpore A super corpus C quiescens amovibile, mensuratur a portione impetus percussivi, ad quam integra velocitas eandem proportionem habet quam summa percutientis et percussi ad corpus percussum, quae scilicet est retardatio ipsius corporis A. Nempe A habet velocitatem vx[,] percussio erit ut vz quae ad vx ut C ad 5 A + C. Nempe ipsi C imprimitur velocitas xz, qua non resistit ipsi A, ergo resistit solum quatenus minor est haec celeritas.

Si duo corpora dura et inflexibilia motibus contrariis per eandem rectam sibi mutuo occurrant, perpendiculari et media incidentia, percussio quae fieret super idem corpus tardius excurrens[,] si in quiete amovibili constitu[e]retur[,] ad percussionem motibus contrariis factam eandem proportionem habet[,] quam velocitas percutientis ad duas contrarias simul sumtas. Ita prop. 31.

Si duo corpora contrariis motibus per eandem lineam rectam sibi occurrant perpendiculari et media incidentia impetus (compressivus) quo unum ab alio impellitur erit aequalis quo eorum alterum velocitate aequali duobus contrariis velocitatibus occurrit alteri 15 quiescenti amo[vi]bili. Ita prop. 32. In demonstratione addit: impetus compressivus.

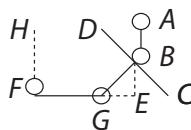
Si duo corpora ad easdem partes per eandem lineam moveantur et sibi mutuo occurrant[,] impetus compressivus, quo corpus tardius fugiendo impellitur[,] aequalis est impetui compressivo, facto in ejus quiete amovibili, velocitate differentiali. Prop. 33. Demonstrationes propositionum [32 et 33] parum satisfaciunt. Ex istis rursus demonstrat 20 propositionem 31 in 34. Omnia ni fallor eo redeunt similiter ut ejus prop. 30. 31. vel 34.

1 a corpore A erg. L	1 C erg. L	2 integra velocitas erg. L	4 erit erg. L
9 constitutetur L ändert Hrsg. nach Vorlage		11 Ita prop. 31. erg. L	13 impetus
(1) compre (2) (compressivus) erg. quo L	14 quo eorum streicht Hrsg. nach Vorlage eo-		
15 amobili L ändert Hrsg. nach Vorlage	rum L	15 Ita prop. 32. erg. L	19 31 et 32
L ändert Hrsg.			

[Fig. 1]: Tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Tabula secunda, Fig. 25. 1–6 Vis [...] celeritas: a.a.O., Prop. XXIX, S. 68f. 7–11 Si [...] sumtas: a.a.O., Prop. XXXI, S. 71. 12–15 Si [...] amo[vi]bili: a.a.O., Prop. XXXII, S. 73. 15 impetus compressivus: a.a.O., S. 73f. 16–18 Si [...] differentiali: a.a.O., Prop. XXXIII, S. 74. 18–20 Demonstrationes [...] 34: Die Prop. 32 und 33 werden als Prämissen eines zweiten, „einfacheren“ (*facilius*) Beweises der Prop. 31 eingeführt, den Borelli in Prop. 34 vollzieht; siehe die Bemerkungen a.a.O., S. 73 und S. 75–77.

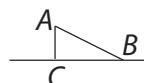
Ita habet propositionem 35[:] si corpus alterum insequatur substituendam differentiam velocitatum. Et in margine ponit: *Energia percussionis non pendet ab impetu motus realis percutientis sed a motu respectivo.*

Si duo corpora concurrant lineis inter se angulum rectum facientibus, hinc perinde est ac si corpus excipiens quiesceret. 5



[Fig. 2]

Si corpus *B* linea *AB* impingat in planum inclinatum *CD*, perinde est Borello, ad impressionem perpendiculararem, ut est vis ipsius *F* incurrentis linea *HF*, in brachium librae obliquae *FGB* mobilis circa *B*, ad vim ipsius *B* incurrentis linea *AB*, ubi constat esse momenta *F* et *B*, ut *FG* ad *GE*.



[Fig. 3]

Motum *AB* componit ex *AC* et *BC*. 10

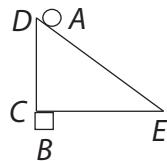
Ex istis infert prop. [46.] quam ait primo aspectu esse incredibilem et paradoxam: *si duo corpora aequalia et similaria aequa disteterint a plano subjecto omnino stabili atque*

11–S. 778.3 *Am Rand:* elegans

3 sed (1) ab impetu (2) a motu L 6 Borello, (1) ac si (2) ad L 7 HF, (1) ad (2) in L
9 momenta (1) ut FE (2) F L 9f. ad GE. (1) Motus corporis (2) Motum AB L 11 36. L
ändert Hrsg.

1–3 si corpus [...] *respectivo*: a.a.O., Prop. XXXV, S. 77f. mit Auslassungen. 4f. Si [...] quiesceret: a.a.O., Prop. XXXVI, S. 78f. [Fig. 2]: Tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Tabula secunda, Fig. 34. 6–9 Si [...] ad GE: a.a.O., Prop. XXXX, S. 83f. [Fig. 3]: Tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Tabula secunda, Fig. 38. 10 Motum [...] BC: a.a.O., Prop. XXXXV, S. 90. 11 quam ait [...] paradoxam: a.a.O., S. 91. 11–S. 778.3 *si* [...] erunt: a.a.O., Prop. XXXXVI, S. 91.

motu aequabili eodem tempore ad contactum plani subjecti perveniant[,] unum quidem perpendiculari transitu[,] alterum ad idem planum inclinato[,] eorum vires et energiae percusionum aequales erunt. [52 r°]



[Fig. 4]

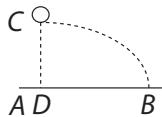
Si moveatur B per CE et A per DE perinde occurrent sibi in E ac si A B quiescenti 5 occurreret in CD , potest enim intelligi ferri A motu transversali ipsius CD per CE , et simul motu descensus per CD , et solus descensus per CD impetum faciet in B motum motu solo ipsius DC .

10 *Si fuerint corpora tria (+ plura [+]) aequalia mole[,] figura[,] positione, consistentia, et duritie[,] aeque remota a plano subjecto, quorum alterum simplici motu perpendiculari ad planum subjectum moveatur, duo vero reliqua motu obliquo, sed omnia motu aequabili ferantur, ita ut unum postremorum oblique incidat super planum subjectum stabile et firmum[,] reliquum vero incidat super planum id ipsum subjectum sed agitatum[,] sive ad easdem partes sive non, erunt praedictae tres percussionses ejusdem prorsus energiae[,] quia omnes mensurantur ab impetu perpendiculari qui est idem.*

15 Si murus machina bellica ex eodem loco pila amissa percutiatur[,] semper erit eadem vis sive directe sive oblique[,] mensurabitur enim a perpendiculari distantia. Oportet tamen ut planum subjectum sit durum, ne aliquid abradatur. Nam per abrasionem mutatur superfici[ci]es.

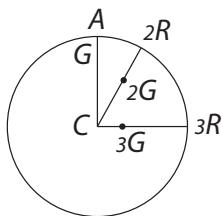
2 *ad erg. L* 4 sibi (1) ac (2) in E L 4f. si A (1) ei (a) occurret (b) occurreret B (2) B quiescenti occurreret L 5 motu (1) simpli (2) transversali (a) per (aa) CD ipsi (bb) CE (b) ipsius CD per CE , L 17 *sit | satis gestr. | durum, L* 17f. *mutatur | plani gestr. | superficies ändert Hrsg. | . L*

[Fig. 4]: Tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Tabula secunda, Fig. 40. 4–7 Si [...] ipsius DC : a.a.O., Prop. XXXXVIII, S. 94f. 8–14 Si [...] *idem*: a.a.O., Prop. XXXXX, S. 100. 15–18 Si [...] *superfi[ci]es*: a.a.O., Prop. LV, S. 106.



[Fig. 5]

Si lamina vitrea AB resistit globo C cadenti perpendiculariter ex altitudine CD , resistit eidem etiamsi horizontaliter explodatur ex tormento bellico, et maximo impetu per parabolam CB in AB incidat.



[Fig. 6]

Si dum regula CR movetur aequabiliter circa C et in ea mobile accelerate quaeritur linea? (+ Ego sic[:] si regula CR moveatur circa C ex situ CA , per situs CR , et mobile in ea accelerato uniformiter motu tendat ab R versus C , et spatium percursum sit RG , erunt RG ut quadrata temporum ergo quadrata ipsorum AR .+) Fuit quidam, qui putavit cognosci posse an navis velocissime sed aequabiliter moveatur an quiescat, idque intra navem dimittendo grave.

Corpus durum impetum incidentis duri non imminuit.

10

1 vitrea (1) resistit (2) AB resistit L 2 etiamsi (1) perpendiculariter (2) | horizontaliter L
 5 linea? (+ (1) Ego sic: tempore venit regula in (a) CR (b) CN et eodem tempore venit (aa) $1G$ in
 $2G$, (bb) | mobile in G streicht Hrsg. | (aaa) erit (aaaa) $R2G$ (bbbb) RG ut R (bbb) erunt ipsae RG ut
 | quadrata temporum, ergo ut quadra streicht Hrsg. | (2) Ego sic L 6f. sit RG , (1) di (2) | erit
 streicht Hrsg. | R (3) erunt L 9f. grave. (1) Scilicet quoties proportiones impetum gravis (2) Corpus
 durum impetum L 10 duri erg. L

1–3 Si [...] incidat: a.a.O., S. 106. [Fig. 6]: Ein gestrichener Entwurf zum Diagramm wird nicht wiedergegeben. 4f. Si [...] linea: a.a.O., Prop. LVII, S. 108f. 7–9 Fuit [...] grave: a.a.O., Prop. LVIII, S. 111. 10 Corpus [...] imminuit: a.a.O., Prop. LIX, S. 115.

Si corpus excipiens *B* quiescens sit minus incurrente *A*, et corpus excipiens loco suo sit alligatum quasi, ita ut cum difficultate possit amoveri, superare tamen possit *A* hanc difficultatem, semper reflectetur *A*. Idque etiam contingit cum corpora non sunt omnino dura.

- 5 Prop. 63. Si duo corpora dura velocitatibus reciproce proportionalibus concurrent, redibunt quibus venere velocitatibus[,] utrumque scilicet movetur quasi in immobile incurret.

- (+ NB. Revera non possunt fieri corpora perfecte dura, nam corpus impetus duos contrarios habens, quiesceret et ita esset perditio impetus. Sed revera in illis casibus[,] transfertur in partes. +)

Vera Borello (ad prop. 67) extinctionis motus causa, cum duo sint contrarii impetus sine percussione; (+ sed revera casus non est dabilis in natura [+]) (+ ut si poneremus grave descendere motu aequabili (acceleratione a medio consumta) et grave esse tormentum quod explodat pilam sursum eique det eandem praecise velocitatem ascensus qui est descensus, revera quiescat pila suspensa in aere, deserto tormento. +) *Impetus debilitari potest in instanti ob sui divisionem[,]* corpus majus *destrui non potest nisi tempore. Suspicare licet, motum non destrui in natura, sed compensari tantum contrario,* (+ ego puto ne sic quidem posse destrui. +)

Virga resiliens extinguit impetum percussivum sed eum restituit.

- 20 Planum impetus vel velocitatis est Borello factum ex ductu velocitatis in tempus (+ potius temporis elementum +)[,] est rectangulum in motu aequabili, triangulum in uniformiter accelerato. *Corpora se moventia aequabili velocitate nunquam delebili agitantur et debent in natura corpora admitti hujusmodi vivida, praeter inertia.*

- 25 *Machina intra navem quiescentem resiliens* non potest propellere navem *licet percutiat anterius tabulatum.*

1 *B* quiescens erg. *L* 5 Prop. 63. erg. *L* 5 dura erg. *L* 9 esset (1) actionum (2) perditio *L* 9f. casibus (1) | est streicht Hrsg. | in ipso (2) transfertur *L* 12 percussione; (1) ut cum navis (2) (+ sed *L* 12 natura (1) +) | rigore, ut streicht Hrsg. | cum a gravitate contrarius imprimitur impetus (a) ascens (b) descensus impetui ascensus et poneretur (aa) gravitationis celeritatem in (bb) | motum gravitatis streicht Hrsg. | (2) (+ ut si *L* 14 explodat (1) grave (2) pilam *L* 14 velocitatem (1) quam habet de (2) ascensus *L*

1–4 Si [...] dura: a.a.O., Prop. LXII, S. 118f. 5–7 Si [...] incurret: a.a.O., Prop. LXIII, S. 120. 11f. Vera [...] percussione: a.a.O., Prop. LXVII, S. 131f. 15–17 *Impetus* [...] contrario: a.a.O., Cap. XVII, S. 132. 19 Virga [...] restituit: a.a.O., Prop. LXXII, S. 145f. 20–22 Planum [...] accelerato: a.a.O., Cap. XX, S. 150f. 22f. *Corpora* [...] *inertia*: a.a.O., Cap. XXI, S. 160. 24f. *Machina* [...] *tabulatum*: a.a.O., Prop. LXXXII, S. 166.



[Fig. 7]

Ut si lamina *A* pressa liberetur et percutiat *B* non promovebit navem, quia quantum *B* impellit in unam partem tantum *C* in contrariam.

[52 v°] Clavus malleo infigi potest *tum a vi compressiva ponderis ingentis*, *tum ab ictu alicujus mallei, et in hac actione comparari debent inter se vi[s] clavum comprimens et resistantia duri cui est infigendus*. Secundus mallei ictus profundius clavum infigit,⁵ sed ad clavum infigendum ad eandem altitudinem opus est gravitate plus quam dupla prioris. Ergo ictus mallei plus quam libris 200. aequatur et quia tertio ictu rursus altius figitur clavus quam possit novo pondere 300 librarum infigi, ergo aequatur plus quam 300 libris, et sic in infinitum[,] ergo vis mallei percutientis infinita videtur. Sed revera hoc non probat, nam percussionses repetitae sunt ut percussionses mallei toties majoris in 10 infinitum. Et considerandum in gravitate aequalem esse vim gravis et resistantis, cum malleus ultra infigi non potest. At in vi percussionis non ideo cessat infixio, sed quia cessat operatio percutientis paulatim destructi.

Probat melius vim percussionis infinitam elevando, dum fingit corpus *A* et *B* cadere in opposita librae brachia ubi vis erit aequalis si sint velocitates reciproce proportionales,¹⁵ ergo si *B* habet velocitatem nullam utique attolleatur.

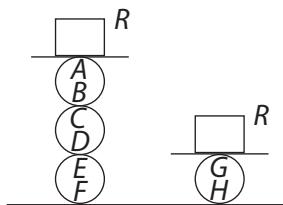
Objicitur facilius nos tolerare ictum lapilli, quam pondus vasti corporis, sed vis percussionis non est perseverans sed *destruitur mollitie partium animalis, pondus in pro-*

1f. *Am Rand:* NB

4 *inter se* (1) *vis illa* (2) | vires ändert Hrsg. | (a) *clavum infig* (b) *clavum comprimens L* 6 sed ad (1) *imprimendum* (2) *clavum infigendum L* 6 plus quam *erg. L* 9 *mallei* | *percutientis erg.* | (1) | est *streicht* Hrsg. | *infinita* (2) *infinita* videtur. *L* 10 probat, (1) | perinde est *streicht* Hrsg. | enim ac si (a) *infiniti* | essent *streicht* Hrsg. | (b) *mallei repetit* (2) nam *L* 11 vim (1) *gravitatis* (2) *gravis L* 12 cessat (1) *operatio* (2) *actio* (3) *infixio L* 13f. *percutientis* (1) (+ hoc nihil est in grave decidente (2) paulatim destructi. (a) Objectio con (b) Objectio contra infinitam (c) Probat melius vim percussionis infinitam elevando (aa), quia (bb) dum *L*

3–5 Clavus [...] infigendus: a.a.O., Cap. XXVII, S. 192f. 5–9 *Secundus* [...] videtur: a.a.O., S. 195f.
14–16 dum [...] attolleatur: a.a.O., Prop. XC, S. 203–205. 17–S. 782.1 Objicitur [...] debet: a.a.O., S. 207–209.

gressu compressionis semper aequilibrari debet. Deinde revera saxum ingens sine aliquo impetu applicari animali non potest. (+ Imo sic satis potest ponendo scindi chordam tenentem. +) (+ Omne elastrum perfectum utcunque tensum pondere novo simpliciter imposito sine impetu nonnihil adhuc deprimetur in tantum ut vis quae est ponderis per talem altitudinem descendens sit tali tensioni elastri aequalis. +) Corpora quae rigida censemuntur sunt congeries machinarum flexibilium et se restituentium.



[Fig. 8]

Si plures armillae ferreae aequales inter se et sibi superpositae premantur a pondere R , tantum comprimetur quaelibet earum quantum similis et aequalis ipsis GH , si sola a pondere eodem R premeretur[,] sed descensus ipsius R erit major illic in ratione 10 armillarum.

(+ Recte nam triplum effectum efficit, ergo triplus quoque descensus. Certe omnes armillae tres aequaliter pressae, alioqui magis pressae se liberarent contra minus pressas, praeterea ubi satis pressum est CD , ut non amplius premi possit, vim habet plani resistentis sine ulteriore flexione. Ergo AB super CD est ut GH super plano non cedente. 15 [+]) Eadem si percutiendo incideret pondus, et rursus ab armillis repercuteretur. Plures itaque armillae corpus repellent altius.

Aer dirumpit aeneas fistulas et tamen non tangitur nisi ab extremis machinulis, quae subtiliores omni filo.

11f. Am Rand: NB

4 ponderis (1) in (2) per L 9 erit (1) triplo (2) major (a) in tribus (b) illic (aa) quam hic (bb) in ratione L 12 alioqui (1) una alteram (2) mot (3) magis L 14 flexione. (1) Ergo (2) Perinde est ac si AB esset ipsa GH sola su (3) Ergo L 15 Eadem si (1) quod (2) percutiendo L

1f. Deinde [...] potest: a.a.O., S. 210. 5f. Corpora [...] restituentium: a.a.O., Prop. XCVII, S. 218. [Fig. 8]: Tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Tabula quarta, Fig. 82. 7–10 Si [...] armillarum: a.a.O., Prop. C, S. 222f. 15f. Eadem [...] altius: a.a.O., Prop. CI, S. 223–225. 17f. Aer [...] filo: a.a.O., Prop. CII, S. 226f.

Primus serenissimus princeps Leopoldus ab Etruria observavit si phiala vitrea aqua plena immergatur in aquam calidam, tunc aquam in phiala descendere[,] si in nivem ascendere. Ratio quod calor igniculis quibusdam insertis dilatat poros. Iidem cunei in annulo curvato a parte exteriore poros magis amplos inveniunt, et ideo minorem vim exercent. Sic corpora fluida minore vi excurrunt per canales dilatatos.

5

Vis compressiva ambientis fluidi porositates armillae amplias rursus constringere, et sic restitutionem facere potest. Idem facere possent particulae igneae motae. Quia motus vehementior producere potest motum languidum, vicissim languidus potest producere vehementiorem. (+ Hoc ego sic[:] dum magnum a parvo impulsum, quod post quiescit, rediens iterum quiescat et dabit parvo motum celeriorem. +) *Languidissimus tremor tubae vel tympani tremorem integro templo dat continuatione.*

Cum Aethna eruptionem faceret eram Tauromenii quod distat 30 miliaribus. Eruptione Aetnae tremebant omnia Tauromenii aedificia sed illa magis quae conspectum habebant voraginis seu Aetnae[,] reliqua lentius multo, non enim erat a solo, sed [a tremore] aeris incussi parietibus.

15

Borell. prop. [114.] *Sagitta vel pila lignea sursum projecta percurrit ferme spatium duplum ascendendo, quam percurrit descendendo*, quod deberet esse idem, et impetus quaesitus descensu multo minor est quam fuit ab initio.

Prop. 118. *Si mobile duabus inaequalibus velocitatibus percutiat idem quiescens amovibile, erunt velocitat(es) impressae proportionales* velocitatibus percutientis. Problema, 20 quas velocitates habe(re debeat) ut diversis corporibus aequales velocitates imprimat.

1 observavit (1) phalam (2) si phiala (a) vitrea (aa) con (bb) immergatur in aquam subito (aaa) situm (bbb) so (ccc) contrahere (b) vitrea L 3 Ratio (1) quod comp (2) quod (a) aqu (b) calor L 3f. cunei (1) in ampliore superficie minore vi in (2) in annulo L 7f. Quia (1) vis (2) motus L 9 dum (1) per magnum (2) magnum a parvo (a) in quiescente (b) impulsum, L 10 celeriorem. +) (1) *Languidissimus tremor rep (2) | Autor streicht Hrsg. | intelligit per repetitionem percussionis, ut si pendulum | parvum erg. | in corpus incidat, et reflectatur et deinde rursus in ipsum incidat (3) . Languidissimus L 14 a tremore erg. Hrsg. nach Vorlage 15f. parietibus. (1) *Sagitta* (2) Borell. 16 prop. 14. L ändert Hrsg. 16 sursum projecta erg. L*

1–3 Primus [...] poros: a.a.O., Prop. CV, S. 236f. 3–5 Iidem [...] dilatatos: a.a.O., S. 238. 6f. *Vis [...] potest:* a.a.O., Prop. CVII, S. 241 mit Auslassungen. 7 Idem [...] motae: a.a.O., Prop. CVIII, S. 242. 7–9 Quia [...] vehementiorem: a.a.O., Cap. XXXII, S. 245. 10f. *Languidissimus [...] continuatione:* a.a.O., Prop. CXI, S. 247. 12–15 Cum [...] parietibus: a.a.O., S. 248f. 16–18 *Sagitta [...] initio:* a.a.O., Prop. CXIV, S. 257. 19f. *Si [...] percutientis:* a.a.O., Prop. CXVIII, S. 264. 20f. Problema [...] imprimat: a.a.O., Prop. CXIX, S. 265.

Percussa *B* et *C*, debet esse velocitas pro percutiendo *B* ad eam pro *C* ut *A+B* ad *A+C*.

Si idem corpus aequalibus velocitatibus percutiat inaequalia[,] summae percutientis et cuiuslibet percussorum sunt reciproce proportionales impressis velocitatibus.

5 *Si duo inaequalia (+ intellige semper dura corpora +) velocitatibus aequalibus percusserint idem corpus (durum)[,] impressae velocitates erunt in ratione composita percutientium corporum et ratione reciproca eorundem una cum corpore percusso.*

10 *Dato corpore gravi cuius gradus impetus augeantur juxta seriem numerorum ab unitate incipientium[,] corpora percussa ut accipiant aequales impetus crescere debent arithmeticamente prop. et excessus erit aequalis summae percutientis cum minimo corpore[,] quod impetu percutientis aucto et impressa velocitate aequali, crescent corpora percussa.*

Mersennus metiendo quantum corpora labentia attollant pondera deceptus est a longioribus funiculis impetum absorbentibus distractione.

Falsum est experientia probante *impetus* percussivos aequari *resistentiis corporum gravium eandem proportionem habentium quam habent impetus.*

15 *Eadem securicula eadem velocitate efficit altiorem scissuram in cera quam in plumbō, at adhibitis ponderibus supra securim ut efficiant scissuras prioribus aequales necesse est ut minor scissura plumbi [efficiatur] a majori pondere incumbente, et major scissura cerae efficiatur a [minori] pondere.*

1 velocitas (1) major (2) pro *L* 5 (*durum*) (1) perpendiculari (2) impressae velocitates *L* 9f. quod (1) gravi (2) impetu *L* 16 ut efficiant scissuras prioribus aequales erg. *L* 17 exhibeat *L* ändert Hrsg. nach Vorlage 18 majori *L* ändert Hrsg. nach Vorlage

2f. *Si [...] velocitatibus:* a.a.O., Prop. CXXII, S. 268. 4–6 *Si [...] percusso:* a.a.O., Prop. CXXIII, S. 269. 7–9 *Dato [...] corpore:* a.a.O., Prop. CXXV, S. 272. 11f. Mersennus [...] distractione: a.a.O., Prop. CXXXII, S. 285f. 13f. Falsum [...] *impetus:* a.a.O., S. 289. 15–18 *Eadem [...] pondere:* a.a.O., Prop. CXXXVI, S. 298.

74. REGULAE MOTUS CARTESII

[März 1689 – März 1690]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus R. DESCARTES, *Principia Philosophiae*, Pars II, §§46–52, Amsterdam 1644, S. 59–61; LH XXXV 14, 2 Bl. 13. Ein Blatt 4°; italienisches Papier; oberer und linker Rand beschnitten. Eine Seite auf Bl. 13 r°; Rückseite leer.

Datierungsgründe: Bereits in den Pariser Jahren (wohl um 1675/1676) hatte Leibniz die sieben Stoßregeln aus dem zweiten Teil von Descartes' *Principia philosophiae* exzerpiert (LSB VI, 3 N. 15, bes. S. 216f.). Die vorliegenden Auszüge der §§46–52 sind allerdings höchstwahrscheinlich während Leibnizens Italienaufenthalts (März 1689 bis März 1690) entstanden, da sie auf italienischem Papier verfasst sind. Zu dieser Zeit arbeitete Leibniz an einer umfassenden kritischen Darstellung von Descartes' Leben und Lehre. Davon zeugen verschiedene Stücke, die aufgrund des italienischen Wasserzeichens auf 10 Frühjahr bis Herbst 1689 datierbar sind: LSB VI, 4 N. 373–375 und vor allem die ausführlichen, in drei Fassungen überlieferten, „Notata quaedam G. G. L. circa vitam et doctrinam Cartesii“ (ebd. N. 376).

Die Auseinandersetzung mit Descartes während des Italienaufenthalts wurde ab 1691 in den „Animadversiones ad Cartesii *Principia*“ (erscheint in LSB VI, 5; siehe auch LPG IV, S. 354–392) fortgeführt. Darin besprach Leibniz ebenfalls die cartesischen Stoßregeln (siehe z.B. LH IV 1, 4a Bl. 8 r°–9 v°). 15

Leibnizens Marginalien in seinem Handexemplar (GWLB, Leibn. Marg. 6) der *Principia* (LSB VI, 4 N. 3351), die hauptsächlich dem Vergleich der Stoßlehren Descartes' und Malebrances gewidmet sind, dürften mit den vorliegenden Auszügen nicht näher verwandt sein, sondern vielmehr spätestens um 1687 entstanden sein, im Vorfeld der Diskussion über das Kontinuitätsprinzip und die Fehler in Descartes' und Malebrances Stoßregeln (*Extrait d'une Lettre de M. L. sur un Principe Générale* in *Nouvelles de la République des lettres*, Juli 1687, S. 744–753, LPG III, S. 51–55; sowie *Principium quoddam generale*, LSB VI, 4 N. 371); siehe die editorische Vorbemerkung zu LSB VI, 4 N. 335.

[13 r°]

Regulae motus Cartesii

Reg. 1. Si duo corpora aequalia aequali velocitate in partes contrarias tendentia 25 concurrent, ambo reflectentur qua venere celeritate et directione.

Reg. 2. Si duo corpora inaequalia sibi aequali velocitate occurrant ambo eadem qua ante velocitate ferentur et directione majoris.

27 inaequalia erg. L 28 qua ante erg. L

24 Regulae motus Cartesii: R. DESCARTES, *Principia Philosophiae*, Pars II, §§46–52, Amsterdam 1644, S. 59–61 (DO VIII.1, S. 68–70).

Reg. 3. Si duo corpora aequalia inaequali velocitate sibi occurrant, ambo aequali velocitate ferentur, et directione celerioris. Et tardius accipiet dimidium differentiae celeritatum.

Reg. 4. Si corpus incurrat in quiescens paulo majus, ipsum non movebit sed repelletur
5 qua venit celeritate, *quia corpus quiescens magis resistit magnae celeritati quam parvae.*

Reg. 5. Si corpus incurrat in quiescens paulo minus ibunt simul directione incidentis,
et velocitate tali, ut motus sit idem qui ante. Ut si corpus incurrens sit duplum, motus
erit tertia parte celeritatis.

Reg. 6. Si corpus incurrat in quiescens aequale partim impellet, partim reflecteretur,
10 ut si habeat 4 gradus velocitatis, dabit ipsi excipienti *unum gradum, et cum tribus residuis*
reflectetur. (+ Non intelligo hanc regulam. [+])

Reg. 7. Si corpus assequatur aliud, et celerius esset minus, sed excessus celeritatis
major quam magnitudinis[,] ita transferetur celeritas, ut ambo simul in easdem par-
tes moveantur; sin excessus celeritatis minor quam magnitudinis incurrens in contrarias
15 partes toto suo motu reflecteretur.

1 occurrant, (1) ambo pergent (2) celerita (3) directione (a) et velocitate celerioris (b) et velocitate (4)
ambo (a) eadem velocitate (b) aequ (5) ambo L 2 accipiet (1) medium (2) dimidium L 6 corpus
(1) | in streicht Hrsg. | (a) quie (b) cu (2) incurrat L 6 minus (1) ita (2) ibunt L 6 simul
erg. L 7 ut | quantitas streicht Hrsg. | motus L 10 ipsi (1) C unum (2) excipienti L

5 *quia [...] parvae:* a.a.O., §49, S. 60. 10f. *unum [...] reflectetur:* a.a.O., §51, S. 61.

75. AUS C. HUYGENS, TRAITÉ DE LA LUMIÈRE [...] AVEC UN DISCOURS DE
LA CAUSE DE LA PESANTEUR
[Mitte September – 12. Oktober 1690]

Überlieferung:

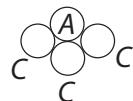
L Auszüge aus C. HUYGENS, *Traité de la lumière [...] avec un discours de la cause de la pesanteur*, Leiden 1690, S. 14 und S. 173–175: LH XXXV 11, 14 Bl. 33. Ein Zettel (ca. 6 x 4 cm.); Ränder abgerissen; geringfügiger Textverlust am unteren Rand von 33 v°. Zwei Seiten. Auf Bl. 33 v° tlw. Text ohne erkennbaren Zusammenhang mit dem Stück. 5

Datierungsgründe: Kurz nach der gemeinsamen Veröffentlichung von *Traité* und *Discours* verschickte C. Huygens am 8. Februar 1690 (*LSB* III, 4 N. 235, S. 460.15–23) ein Exemplar des Bandes, das Leibniz erst im September zuging (Erwähnung des Empfangs um den 12./22. September 1690: *LSB* III, 4 N. 274, S. 559.22–23). Die Abfassung der vorliegenden kurzen, notizhaften Auszüge, parallel zur ersten Lektüre der Werke, kann daher erst im September 1690 stattgefunden haben. Dass dies außerdem kurz nach 10 Empfang des Bandes geschah, geht aus den folgenden Umständen hervor.

Leibniz exzerpiert auf Bl. 33 r° aus dem *Traité de la lumière* eine Huygens'sche These über den mittelbaren Mehrkörperstoß. Zudem vergleicht er auf Bl. 33 v° zwei Reihen. Es handelt sich um die Koeffizientenreihen der arithmetischen Hyperbel- und Kreisquadratur, die ebenfalls in der Publikation von 1690 besprochen werden: In der *Addition zum Discours de la cause de la pesanteur* (S. 173–175) 15 präsentierte Huygens eine seines Erachtens neue Formel zur Quadratur der Hyperbel. Nach eigenen Angaben hatte er seine Hyperbelreihe in Analogie zu Leibnizens bereits veröffentlichter arithmetischer Kreisquadratur („*De vera proportione circuli*“, *AE*, Februar 1682, S. 41–46) gebildet. Leibniz hatte allerdings bereits in der Pariser Zeit die Quadraturfrage intensiv erforscht, um 1673 die Kreisreihe (siehe *LSB* VII, 6 *passim*) und schließlich in verschiedenen ausführlichen Konzepten von 1676 eine allgemeine 20 Kegelschnititreihe gefunden (siehe „*De quadratura arithmeticata circuli ellipsoes et hyperbolae*“, *LSB* VII, 6 N. 51, bes. Prop. XLIII, S. 618). Er verzichtete auf eine Publikation der Konzepte, an deren Stelle er den viel kürzeren Aufsatz von 1682 drucken ließ, bei dem das Augenmerk auf der Kreisquadratur lag. Nach der Lektüre des *Discours* reagierte Leibniz zügig, um einen Prioritätsanspruch über die Hyperbelquadratur zu erheben. In einem dahingehenden Brief an Mencke vom 2. (12.) Oktober 1690 (*LSB* III, 4 N. 281, 25 bes. S. 588) begründete er diesen Anspruch mit der Tatsache, dass die von Huygens veröffentlichte Formel zur arithmetischen Hyperbelquadratur bereits aus seinen eigenen Publikationen hervorging: aus „*De vera proportione circuli*“ von 1682 in Verbindung mit einigen Bemerkungen im „*Schediasma de resistantia medii*“ (*AE*, Januar 1689, hier S. 45). Gleicher teilte er auch Huygens selbst im Brief vom 28. Oktober (7. November) 1690 (*LSB* III, 4 N. 287, bes. S. 647.4–16) mit. Nachdem die *Acta Eruditorum* im 30 Oktober (S. 481–487) und November (S. 561–565) 1690 eine anonyme Besprechung des Werkes gebracht hatten (die wahrscheinlich von M. Knorre, möglicherweise aber von Tschirnhaus oder Pfautz, stammt; siehe *LSB* III, 4, S. 586), entschied sich Leibniz zu einer öffentlichen Stellungnahme über die Priorität der Hyperbelquadratur. Er verfasste mehrere Entwürfe für die *Acta Eruditorum* und ließ schließlich diese und weitere Bemerkungen als „*Additio ad Schediasma de medii resistantia*“ drucken (*AE*, April 35 1691, S. 177f.), die er von einem eigens der „*Quadratura arithmeticata communis sectionum conicarum*“ gewidmeten Aufsatz begleiten ließ (a.a.O., S. 178–182).

Die vorliegenden kurzen Exzerpte stellen mit ihrem Notizcharakter wahrscheinlich das Zeugnis von Leibnizens erster Berührung mit Huygens' Hyperbelreihe, somit auch die Grundlage für seine privaten und öffentlichen Äußerungen zur Prioritätsfrage ab dem 12. Oktober 1690, dar. Hieraus ergibt sich die vorgeschlagene Datierung von N. 75.

- 5 [33 r°] Globi aequales *B*, *A*, *C*, *C*, *C*, etc. Globus *A* tangit globos plures *C*, *C*, *C*. Quod si quiescat *A* *C* *C* *C*, et *A* feriatur a *B*. Manent immobiles *B* et *A* omnisque motus transfertur in globos *C*, *C*, *C*, quotcunque sint. Hugen. *de lumine* c. 1.



[Fig. 1]

[33 v°] [Text ohne erkennbaren Zusammenhang mit dem Stück:]

$$\begin{array}{r}
 32 \\
 4 \\
 \hline
 128 \\
 2 \\
 \hline
 2560
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 a e i o u \\
 5
 \end{array}$$

5 [33 r°] (1) Quatuor (2) Globi (a) quinque (b) aequales *L* 5 plures erg. *L* 5f. *C*. (1) Quod si ta (2) Quod si quiescat *L* 6 *B*. (1) Transfert (2) Manent *L*

7 Hugen.: C. HUYGENS, *Traité de la lumière*, Leiden 1690, chap. 1, bes. S. 14 mit Fig. (HO XIX, S. 459–477, hier S. 473 mit Fig. 177).

[Senkrecht zur Schreibrichtung:]

$$\begin{array}{r} \frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{1}{9} \\ \frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} \\ \hline 1 \quad \frac{1}{5} \quad \left\langle \frac{1}{9} \right\rangle \end{array}$$

2 $\frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{1}{9}$: Huygens stellt seine arithmetische Hyperbelquadratur $(a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7 + \frac{1}{9}a^9 + \dots)$ im *Discours de la cause de la pesanteur*, S. 173–175 (HO XXI, S. 482–484), vor.

76. AUS UND ZU G. J. SOHIER, NOUVEAU SYSTEME DE LA PERCUSSION DES CORPS

[Mai 1696 – Januar 1698 (?)]

Überlieferung:

L, A Auszüge L mit Bemerkungen L, Abschrift A aus G. J. SOHIER, „Nouveau systeme de la percussion des corps“, JS vom 7. Mai 1696, S. 211–214: LH XXXVII 5 Bl. 60–61. Ein Bogen 4°; Papiererhaltungsmaßnahmen; Ränder ausgefranst. Dreidreiviertel Seiten; auf Bl. 61 r° die unteren vier Fünftel sowie auf Bl. 61 v° das obere Fünftel (S. 796.20–797.24) Text aus der Hand eines unbekannten Schreibers. A übernimmt die orthographischen Eigenarten der Vorlage, die L hingegen stillschweigend korrigiert. Auf Bl. 61 v°, in Bleistift, senkrecht zur Schreibrichtung großflächig verlaufend, fast gänzlich überschrieben, die Rechnung:

$$\begin{array}{r}
 & \begin{array}{c} 153 \\ 61672 \end{array} \\
 13 & \begin{array}{c} 13 \\ 17 \end{array} \quad [/] \quad \begin{array}{c} 13000000 \\ 17777 \\ 111 \end{array} \quad f \ 0,7634 \quad (\text{die Division lautet richtig: } \begin{array}{c} 1545 \\ 61821 \\ 17777 \\ 111 \end{array} \quad f \ 0,7647).
 \end{array}$$

Datierungsgründe: Der von Leibniz exzerpierte Aufsatz erschien im *Journal des Scavans* vom 7. Mai 1696, womit ein sicherer Terminus post quem für die Entstehung von N. 76 gegeben ist. Zur näheren Einkreisung der Abfassung der Auszüge können einige inhaltliche und terminologische Übereinstimmungen mit dem Briefwechsel mit Denis Papin in den Jahren 1696–1698 herangezogen werden.

Die erste Übereinstimmung betrifft die Unterscheidung zwischen „force impulsive ou progressive“ und „force effective“, mit der Leibniz auf Sohiers Definition der Kraft als Impuls, als „le produit de la vitesse d'un corps par sa masse“ (Définition 4), reagiert. Leibniz relativiert Sohiers Charakterisierung in der Passage auf S. 792.4–11: sie entspricht nur einem bestimmten Verständnis von „Kraft“, das nur unter der Annahme gilt, „qu'on prend pour forces égales celles des corps qui s'arrêtent mutuellement“; dieses Verständnis entspricht allerdings nicht der Grundbedeutung von Kraft. So kann man zwei Körpern, die im geraden Stoß einander zum Stillstand zu bringen vermögen, wohl die gleiche „force impulsive ou progressive“ zuschreiben, aber nur „corps qui peuvent produire le même effect“ haben die gleiche „force effective“ oder Kraft schlechthin. Durch diese Strategie ebnet Leibniz einerseits den Weg für sein quadratisches Kraftmaß und kann andererseits die Annahme des Impulses relativieren, ohne sie ganz aufzuheben, „pour complaire cependant à ces Messieurs“. Letzterer Ausdruck lässt erkennen, dass Leibniz das Argument, dessen Ausgangspunkt Sohiers Definition war, nun implizit auf andere Gegner bezieht. Damit ist wohl an erster Stelle Papin gemeint, der um 1695, im Verlauf der Kontroverse zum wahren Kraftmaß, das in N. 76 fragliche Kriterium ausdrücklich aufgestellt hatte: Zwei Körper haben laut Papin gleiche Kraft, wenn sie einander im geraden Stoß zum Stillstand bringen können (siehe den Brief vom 29. November/9. Dezember 1695, LSB III, 6 N. 179 S. 562). Leibniz hatte gegen Papin dieselbe Strategie wie in N. 76 angewendet, indem er die Aussage durch die Unterscheidung von lebendiger und toter Kraft relativierte. So haben zwei Körper, die einander anzuhalten vermögen, wohl gleichen Impuls aber nicht gleiche „Kraft“: „deux corps qui selon moy, ont des forces inégales, ne laissent pas de s'empêcher mutuellement d'avancer, savoir ceux dont les vistesses sont reciproques aux masses“ (Brief vom 16./26.

Juli 1696, *LSB III*, 7 N. 8). Unter anderem im Brief an Papin vom 8. (18.) November 1697 verwendete Leibniz dieselbe Terminologie wie in den Sohier-Auszügen, mit der Gegenüberstellung von „force absolue ou effective“ und „force impeditive“ (*LSB III*, 7 N. 156, S. 637). Seine Präzisierung auf S. 793.16–19 von N. 76, dass die „force impeditive“ die Richtung beinhaltet („je croy qu'encor l'impeditive enveloppera plagam“), entspricht wörtlich der Charakterisierung des Impulses als „[force] morte, impeditive, relative, (scavoir ad plagam)“ im Schreiben an Papin vom 2. (12.) Dezember (*LSB III*, 7 N. 163, S. 667). Die letzte Erwähnung des Ausdrucks *force impeditive* in der Auseinandersetzung mit Papin fällt im Brief vom 16. (26.) Januar 1698 (*LSB III*, 7 N. 177 S. 708). Dieser stellt zugleich (nach heutigem Kenntnisstand) die letzte Verwendung der Begriffe „force impeditive“ bzw. „vis impeditiva“ im Leibniz'schen Briefwechsel dar – mit Ausnahme von zwei Briefen von 1703: an Johann Bernoulli vom 22. November 1703 (Basel 10 *Universitätsbibl.* L Ia 19 Bl. 211–214) und an Jacob Bernoulli vom 3. Dezember 1703 (LBr 56 Bl. 37–39; beide Briefe erscheinen in *LSB III*, 9).

Die zweite inhaltliche Übereinstimmung mit dem Briefwechsel mit Papin im Zeitraum 1696–1698 (neben den Ausführungen zur *force impeditive*) betrifft Leibnizens These über die Kompression beim Stoß (S. 795.11–796.2). Seine Ausführungen zum Thema in N. 76 werden von einer einfachen Behauptung Sohiers veranlasst, die Leibniz grundsätzlich teilt: „que la percussion et partant la reflexion ne se fassent que successivement“ (Supposition 7); um diese richtig zu deuten, müsse man allerdings ergänzen, dass zwei elastische Körpern zunächst einander komprimieren, bis die respektive Geschwindigkeit aufgebraucht ist, und erst dann einander zurückstoßen können. Der Briefwechsel enthält zahlreiche Belege dieser Leibniz'schen Ansicht über die Kompressionsfrage, die zunächst von einem Beispiel Papins (in seinem Schreiben vom 2./12. Juli 1696: *LSB III*, 7 N. 2, S. 20) aufgeworfen, von Leibniz bereits am 16. (26.) Juli 1696 aufgegriffen (*LSB III*, 7 N. 8) und von beiden Kontrahenten in vielen der Briefe der folgenden Monate rege diskutiert wird. Die ausführlichste Erörterung seiner Position bietet Leibniz in einem Schreiben vom 2./12. Dezember 1697 (N. 163), während sein obengenannter Brief an Papin vom 16. (26.) Januar 1698 die letzte Besprechung der Frage im Briefwechsel darstellt.

Aus den dargelegten Gründen erscheint für N. 76 eine Entstehung im selben Zeitraum wie die Briefe an Papin plausibel.

[60 r^o]

Nouveau systeme de la percussion des corps

par G. J. Sohier. (avec mes remarques)

Il est proposé dans le *Journal des Scavans* 1696. n. 18.

30

Definitions

Il definit (1) *mouvement, un changement de distance.* (Mais cela estant, on ne scauroit dire à qui le mouvement appartient.) (2) *Vitesse luy est l'exposant de l'espace parcouru*

30f. 30f. remarques) (1) Cela se trouve (2) Il est proposé *L*
33 estant, (1) il (2) on *L*

29–31 *Nouveau* [...] n. 18: G. J. SOHIER, *Nouveau systeme de la percussion des corps*, JS, Nr. 18 vom 7. Mai 1696, S. 211–214. 32–S. 792.4 *Definitions* [...] *masse*: a.a.O., S. 211.

divisé par le temps mis à parcourir. (Cela est obscur, et peut servir à estimer la vitesse ; mais il n'en explique point la nature.) (3) *Vitesse respective est avec la quelle change la distance des deux corps.* (4) *Force le produit de la vitesse d'un corps par sa masse.* (Cela se peut dire, lors qu'on prend pour forces égales celles des corps qui s'arrêtent mutuellement. Mais lors qu'on estime la force ce qui se conserve, ou qui est égal dans la cause et dans l'effet, et qu'on attribue des forces égales à des corps qui peuvent produire le même effet, deux corps qui searrêtent mutuellement n'ont pas la même force, quoiqu'ils aient la même quantité de direction et de mouvement. Pour complaire cependant à ces Messieurs, on pourroit appeler Force impéditive ou progressive, ce qu'ils appellent force absolument, et force effective, ce qui est appellé force absolument chez moy, et que M. Hugens a appellé depuis Force ascensionale.) (5) *Force apparente* (6) *réelle, le produit de la vitesse apparente ou réelle par sa masse.* (7) *Sympathie* et (8) *Antipathie[,] similitude et contrariété des directions.* (Je ne voy

3 Zwischen den Zeilen, über corps: Cela va bien.

2 mais (1) non p (2) il L 2 (3) erg. L 4 masse. (1) Force (2) Cela (3) (Cela L 4 qu'on (1) définit (2) prend (a) les (b) pour L 5f. force (1) par l'égalité de la cause et de l'effet (2) ce qui [...] cause (a) de (b) et dans l'effet, (aa) comme j'ai coutume de faire, (bb) et qu'on (aaa) donne (bbb) attribue L 7 mutuellement (1) ne sont (2) n'ont L 8 ils (1) soient égaux en (2) ayant la même quantité L 9f. appeller (1) cela la Force progressive (2) Force (a) progressive (b) impéditive ou progressive L 10f. effective, (1) ce que j'appel (2) ce que j'appelle Force (3) ce qui est appellé force absolument chez moy L 12 (6) erg. L 12 vitesse (1) réelle (2) apparente L 13 (8) erg. L

9 ces Messieurs: Neben Sohier meint Leibniz wohl Denis Papin, der bereits 1695 in seinen Briefen die These vertreten hatte, zwei Körper hätten gleiche Kraft, wenn sie einander im geraden Stoß zum Stillstand bringen können (siehe bspw. *LSB* III, 6 N. 179 S. 562, vom 29. November/9. Dezember 1695); eine Aussage, die Leibniz durch die Unterscheidung von „force absolue ou effective“ und „force impéditive“ relativierte (*LSB* III, 7 N. 156 S. 637, vom 8./18. November 1697). 11 M. Hugens [...] ascensionale: C. HUYGENS, „Remarques de Mr. Huygens sur la lettre précédente“, *Histoire des Ouvrages des Scavans*, Juni–August 1690, S. 449–453 (*HO* XI, S. 461–463). Huygens hatte den Ausdruck „force ascensionale“ auch in seinen Marginalien zu Leibnizens *Brevis demonstratio* von 1686 und *Schediasma de resistentia medii* von 1689 verwendet, die Johann Bernoulli nach dessen Tod Leibniz zukommen ließ: Siehe Bernoullis Brief vom 12. (22.) September 1696 (*LSB* III, 7 N. 33, hier S 130f.). 11–13 (5) *Force [...] directions:* SOHIER, *Nouveau Système*, S. 211.

pas que par ses definitions il puisse donner moyen de distinguer la force apparente de la reelle. Touchant l'estime de la force progressive d'un corps donné *A* par celle de la masse qu'il peut arrester, voicy une consideration propre à eclaircir la matiere. On dit suivant cette definition qu'*A* masse 4 vitesse 1 et *B* masse 1 vitesse 4 sont d'egale force, parce qu'ils s'arrestent mutuellement. Voyons si cela arrive aussi, en partageant 5

B en deux parties, comme masse $\frac{1}{3}$ vitesse 4, et masse $\frac{2}{3}$ vitesse 4, que le corps *A*

rencontrera successivement, et voyons s'il sera alors empêché de passer plus avant; je trouve qu'ouy[,] par la raison du repos du centre de gravité, [et] que je puis donc bien determiner quand deux masses ont une même force impeditive; mais voyons si je puis aussi determiner la proportion de la force impeditive de l'un, à la force impeditive de 10 l'autre? Je crois qu'ouy, car le corps, estant doublé avec la même vitesse, il faudra dire qu'on a doublé la force impeditive. Deux corps se rencontrans, avec la force impeditive egale, la retiennent, mais d'une maniere à s'éloigner le plus qu'ils peuvent de l'estat de s'empecher actuellement. Ne peut on trouver un effect present dans les corps qui ont la force impeditive inégale, lors qu'ils se rencontrent, qui se puisse determiner par le degre 15 de cette force[?] Ce seroit en rendre la notion plus utile. En un mot la force impeditive est ce que j'appelle autrement la progression. Si ce n'est qu'on veuille que la force fasse abstraction du costé[,] a plaga[,] ce que la progression enveloppe[:] mais je crois qu'encor l'impeditive enveloppera plagam. C'est donc la même chose.[])

1 donner (1) une distinctio (2) moyen de distinguer *L* 1f. apparente de la (1) veritable. Il (2) reelle.
 (a) Il me (aa) paroist aussi (bb) | vient streicht Hrsg. | aus (b) Touchant *L* 2f. progressive (1) par les corps que ce (2) le corps que (3) d'un corps donné | *A erg.* | par (a) celle qu'un (b) celle (aa) des corps (bb) de la masse *L* 6 parties, (1) v.g. (2) comme (a) $\frac{1}{2}$ (b) masse *L* 8 gravité (1).

Cependant je trouve cet inconvenient dans cette estime (2), | et *erg. Hrsg.* | que *L* 8 donc *erg. L* 9 deux (1) corps (2) masses *L* 9 impeditive; (1) mais comment deter (2) mais *L* 11 car (1) ce qui est double (2) | car streicht Hrsg. | le corps *L* 12 impeditive. (1) Les (2) Voyons aussi (3) Mais (4) Un corps re (5) Deux corps se rencontrans, (a) qui ont | la streicht Hrsg. | (b) avec la force *L* 13 mais (1) ils ont (2) d'une maniere à (3) d'une maniere à *L* 16 cette force, (1) c'est (2) ce seroit en rendre (a) l'usage plus (aa) facile (bb) ut (b) la *L* 18-S. 794.1 enveloppe (1). Notandum autem quantum corpus corpori dat progressionis suae, tantum amittit. Unde paradoxum, omnibus redactis ad quietem servari posse quantitatatem progressionis totalem, ea enim nulla erit si quantum erat progressus tantum (a) regre (b) obgressus. (2) | mais [...] même chose. *erg.* | Le Auteur *L*

Le Auteur suppose (1) *les corps sphériques et de même forme* (2) mis dans un milieu tres liquide en sorte que la même ligne droite passe par leur[s] centres (3) que la vitesse respective de deux corps est également partagée entre eux, (4) que le même corps se peut mouvoir en même temps vers des costés opposés. (5) Que ceux dont la distance ne change 5 point reposent reciprocement (c'est plustost une Definition). (6) Que deux corps se reflechissent par le choc avec des forces égales. (7) Que la percussion et la reflexion se font successivement.

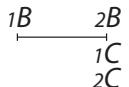
[60 v°] *Premiere Loy. La vitesse respective de deux corps sans ressort doit s'aneantir par le choc.* L'auteur en donne une démonstration générale à sa mode qui me 10 paroist bien obscure, mais il la particularise par un exemple que voicy. Soit par exempl[il]e *B double de C, soit leur approche (+ il veut dire vitesse +) respective de 12 degrés.* Cela posé *B et C se mouvront l'un vers l'autre avec six degrés réels de vitesse par la supp. 3.* (+ Cette supposition ne dit pas là, mais nous pouvons accorder, puis que cela fait voir comment il entend sa vitesse réelle et son partage égal. +) *De plus ces deux corps* 15 *se reflechiront par le choc avec des forces égales par la suppos. 6.* (+ c'est à dire si je l'entends bien, leur[s] vitesses seront reciproques à leur grandeurs +) *et successivement par la supp. 7. Or dès que 4 degrés de force se seront reflechis en B, qui sont en luy deux degrés de vitesse par la 4me def. et 4 degrés de force en C qui sont en luy 4 degrés de vitesse par la même definition, alors B et C auront chacun quatre degrés de vitesse vers 20 l'occident, B 4 directs, C, 4 reflechis; et chacun deux vers l'orient,] B deux reflechis, et C deux directs, c'est pourquoi ils repouseront reciprocement ou ne s'éloigneront pas l'un de l'autre par la supposition 5. et leur percussion, (+ qui les fasse changer d'avantage +) cessera dans cet instant. Car deux corps qui reposent reciprocement (+ c'est à dire qui ne changent point de distance, car ce repos reciproque ne veut dire que cela +) ne se 25 choquent pas.* Et ils demeureront à jamais contigus s'il n'y a une nouvelle cause qui les

1 (1) erg. L 1 mis (1) sur (2) dans L 2 leur L ändert Hrsg. nach Vorlage 3 (4) erg.
 L 4 (5) (1) Il dit (2) Que L 5 (6) erg. L 8 sans ressort erg. L 9 choc. (1) Il
 me (2) Soyent (3) Il en don (4) L'auteur L 10 exempe L ändert Hrsg. 15 dire (1) selon
 (2) à (3) si L 16 leur L ändert Hrsg. 16 grandeurs +) (1). *Or dès (2) et successivement L*
 20 *reflechis; (1) B deux reflechis C deux (2) et chacun L 20 vers (1) l'occident (2) l'orient L*
 22 *percussion, (1) (ou changement (2) (+ qui L 24 changent (1) plus (2) point L 24 distance,*
 (1) *ne se choque (2) car L 25 choquent (1) point (2) pas L*

1–6 (1) *les [...] égales:* a.a.O., S. 211. 6–12 (7) *Que [...] supp. 3:* a.a.O., S. 212f. 14–21 *De*
plus [...] directs: a.a.O., S. 213. 21–25 *c'est [...] pas:* a.a.O., S. 212.

separe. (+ Il y a bien à dire à cette demonstration. Sa supposition 3. de la manière qu'il l'explique dans la demonstration n'est pas bien seure, que deux corps s'approchans avec une vitesse respective, la moitié de cette vitesse se doit attribuer à chacun, comme une vitesse reelle, qu'il a. Pourqouy cela [?]

Mais accordons cela, sans nous soucier si elle est reelle ou non ; au moins on ne luy accordera pas la supposition 6. que deux corps même sans ressort se reflechissent par le choc ; et encor moins qu'[ils se] reflechissent par des forces égales ; puisque il les fait concourir non pas avec des forces égales mais avec des vitesse égales, pourqouy les fait il reflechir autrement non avec des vitesse mais avec des forces égales. C'est prendre des suppositions qui accommodent sans se soucier si elles sont fondées en raison. 10 Et quoys que la 7^{me} supposition soit raisonnable en elle même, que la reflexion se fait successivement[,] il luy donne pourtant un sens ou application extraordinaire. Il conçoit que la force commence à se reflechir lorsque les deux corps concourans continuent encor à s'approcher. On n'accorde la 7^{me} supposition que dans les corps à ressort, les quels se pressant continuallement jusqu'à ce que leur vitesse respective soit consumée, se 15

1-S. 796.13 *Am Rand, quer zur Schreibrichtung:*  [Fig. 1]

Or le choc estoit de 4 degrés de force, donc chacun en receuvra 2, et aussi deux de vitesse. Et^[a] *C* en receuvra 4 et *B* ayant 2 en avant sera en repos. Au lieu que l'auteur conclut le contraire d'une maniere estrangement embrouillée. Le co[roll]aire^[b] est veritabl(e) mais il ne se sauve point ainsi.

^[a] Et (1) | *B streicht Hrsg.* | ayant 2 en receuvra 1 en | arriere *streicht Hrsg.* | (2) *C* en receuvra 4
(a) | et *B streicht Hrsg.* | (b) et *B* ayant 2 en avant *L* ^[b] coolraire *L ändert Hrsg.*

1 separe (1). (+ Il y a bien à (2) (+ d'où il s'ensort que *B* et *C* iront ensemble vers l'occident ou du costé où *B* alloit auparavant avec 2 degrés de vitesse +) (3). (+ Il y a bien à *L* 1 demonstration. (1) Il ne rend point de (2) Sa *L* 3 vitesse (1) soit (2) se *L* 7 elles *L ändert Hrsg.* 7 égales ; (1) pourqouy (2) puisque *L* 8f. pourqouy (1) fait il (2) les (a) flait (b) fait *L* 9 autrement (1) avec (2) non avec *L* 10f. raison. (1) Il de (2) Et quoys que *L* 12 application (1) estrange. Il | s'Imagine *streicht Hrsg.* | (2) extraordinaire. Il conçoit *L* 13 reflechir (1) avant que les deux corps concourans (2) lorsque *L* 14 s'approcher (1), ce qu'on n'accordera pas, (2). On n'accorde *L*

restituent alors peu à peu ; et commencent en sens contraire. Mais on les fait point aller en deux sens, ou s'approcher et s'éloigner en même temps. [+]]

[1. Auszug zur „Seconde Loy“:]

Seconde Loy. Si un corps sans ressort paroist [se] mouvoir seul vers un autre sans ressort qui paroisse en repos[,] la vitesse des deux ensemble après le choc sera le quotient de la force apparente de ce corps divisé par la somme des masses. Soient B et C égaux et sans ressort[,] B masse 1. vitesse 4, C masse 1. vitesse 0. Donc B aura vitesse réelle 2, et C aussi et leur percussion cessera dès que deux degrés de force seront réfléchis, c'est à dire un de vitesse pour chacun. Ainsi chacun aura un degré en orient, et un en occident, et se repose. Mais pour faire avoir à B et à C 2 degrés égaux, j'ai supposé comme s'ils estoient avec moy dans le bateau, allant de deux degrés en occident. Donc ce mouvement commun leur restera que si B et C se mettent en ressort parfait dont la force égale [à] leur choc, d [Text bricht ab.] [61 r°]

[2. Auszug zur „Seconde Loy“:]

Seconde Loy : Si un corps sans ressort paroist se mouvoir seul vers un autre sans ressort, qui paroisse en repos, la vitesse des deux ensemble après le choc sera le quotient de la force apparente de ce corps divisée par la somme des masses. (+ Comme sa démonstration me paroist fort embrouillée j'ay voulu la copier entière : [+])

[3. Auszug zur „Seconde Loy“ (A):]

20 *Seconde Loi.*

Si un corps sans ressort paroît se mouvoir seul vers un autre sans ressort qui paroisse en repos, la vitesse des deux ensemble après l[e] choc sera l[e] quotient de la force apparente de ce corps divisée par la somme des masses.

1 peu; (1) mais ils ne se restituent point, peu (2) et commencent à (a) se (b) aller L 1f. point (1) se (2) aller (a) l'un con (b) en deux sens, (aa) en mêm (bb) ou L 4 ce L ändert Hrsg. nach Vorlage 6 masses. (1) Soit B en (2) Soient B L 7 ressort (1) B viste (2) B masse L 8 aussi (1). Or cela vient (2) et leur L 8 dès que (1) chacun (2) deux degrés de (a) vitesse (b) force L 10 repose (1), mais il y a deux degrés communs vers l'occident (2). Mais pour (a) leur donner (b) faire L 12 ressort (1) dont (2) parfait L 12 à erg. Hrsg. nach Vorlage 18 entière : | Soient B et C deux corps égaux et sans ressort, et q gestr. | L 22 la A ändert Hrsg. nach Vorlage 22 la A ändert Hrsg. nach Vorlage

4-7 Seconde [...] ressort: a.a.O., S. 213.

12f. si B [...] choc: a.a.O., S. 213f.

15-17 Seconde [...] masses: a.a.O., S. 213.

20-S. 797.24 Seconde [...] raisonnemens: a.a.O., S. 213f.

Soyent B et C deux corps égaux et sans ressort, et que B vienne choquer C avec quatre degréz aparens de vitesse vers l'occident par la suposition 3^e. B n'aura que deux degréz reels vers C et C deux vers B, qui me seront communs avec lui, et que je transfererai à B, de mesme qu j'ay co[u]tume de transferer aux rives de la mer un[e] vitesse qui m'appartient; lorsque je suis dans un vaisseau qui s'éloigne ou s'aproche d'elles. De plus 5 la percussion de ces deux corps cessera dès qu'un degré de B et un degré de C se seront reflechis; car alors, comme on vient de voir, B et C auront chacun un degré vers l'orient et chacun un degré vers l'occident, leur degré commun vers l'orient, après le choc sympathisera avec un de mes deux degréz vers l'orient, dont la direction n'a pas changé: d'autant qu'ils n'ont pas entré en concurrence. Mais leur degré commun vers l'occident antipatisera avec 10 mon autre degré vers l'orient, que je leur transfererai. C'est pou[r]quoi B et C devront me paroître après le choc se mouvoir ensemble vers l'occident avec deux de vitesse, quotient de quatre de force, qui est la mesme que paroisoit avoir B avant le choc, divisez par deux de masse.

Maintenant si B et C se mettent [en] ressort, et que leur ressort soit parfait, c'est à 15 dire, que la force de leur ressort soit égale à celle de leur choc, et que cette force se partage également entre eux, comme celle du choc; B et C se refléchiront encore par le ressort avec chacun un degré, savoir chacun avec le degré direct que le choc lui avoit laissé. [61 v^o] Les deux degréz de B reflechis vers l'orient, sympathiseront avec mes deux degréz vers l'orient. C'est pourquoi B me paroistra immobile; et ces deux degréz de C refléchis vers l'occident, 20 antipatiseront avec mes deux degréz vers l'orient, que je lui trans[f]ererai encore. Partant C se mouvra après le choc avec quatre degréz aparens vers l'occident.

Dans les autres cas, comme dans ceux-ci les expériences favorisent mes raisonnemens.

[L:]

25

(+) Tout ceci étant brouillé, voicy comment je comprend la chose conformément au sentiment de l'auteur : Soient B et C égaux et sans ressort. B masse 1, vitesse 4, C masse 1, vitesse 0, vitesse respective 4, partagée également, sera 2 pour B, et 2 pour C, qui sera leur vitesse réelle selon l'auteur. Et leur percussion cessera, dès que 2 degrés

4 contume A ändert Hrsg. nach Vorlage 4 un A ändert Hrsg. nach Vorlage 11 pousquo
 A ändert Hrsg. nach Vorlage 15 en erg. Hrsg. nach Vorlage 21 transererai A ändert Hrsg.
 nach Vorlage 29 l'auteur. (1) Or leur pe (2) Et (a) deu (b) leur L 29 cessera, (1) deux
 (2) dès (a) qu'on aura (b) que L

26 (+: Die Klammer bleibt offen.

de force seront reflechis, c'est à dire 1 de vitesse pour un chacun. Car les 2 qui restent des vistesses [qu']ils avoient, chacun 1, seront compensés, et chacun aura un degré en occident, et un en orient. Cependant pour faire avoir à *B* la vitesse réelle 2, et *C* aussi, il a valu les concevoir dans un bateau, allant d'orient en occident comme *B*, ave[c] 2 degrés de vitesse, ainsi cette vitesse leur restera après le choc, et ils iront ensemble en occident avec 2 degrés de vitesse. Mais de plus si nous leur donnons un parfait ressort, qui conserve la force du choc perdue, qui estoit de 4 degrés, chacun en aura deux, et *B* ayant 2 degré[s] en occident auparavant, et 2 en orient par la reflexion du ressort ; et *C* en ayant 2 degrés en occident auparavant, et deux encor par la reflexion, *B* sera en repos, et *C* seul ira en occident avec 4 degrés. Mais j'ay déjà dit que je trouve à redire qu'il donne reflexion sans ressort.

Essayons de comprendre son sentiment en general.

Masse *a*, vitesse *v*, et masse *b* vitesse *x*[.] toutes deux prises comme du même costé. Vitesse d'appropinquation $v - x$, vitesse réelle d'*a* est $v - x$: 2 et vitesse réelle de *b* est $-v + x$: 2 celle du bateau $v + x$: 2. Leur choc cessera[,] [dès que] la force reflechie sera *ff*, la moitié à chacun sera *ff* : 2 et la vitesse reflechie de l'un sera *ff* : $2a$, de l'autre *ff* : $2[b]$, j'eu or la force *ff*, soustraite des forces $\overline{v-x} a : 2 + \overline{v-x} b : 2$, laissera $\overline{v-x} \overline{a+b} : 2 - ff$ dont la moitié sera $\overline{v-x} \cdot \overline{a+b} : 4 - ff : 2$. Ce qui divisé par *a* donnera $\overline{v-x} \cdot \overline{a+b} : 4a - ff : 2a$, et par *b*, donnera $\overline{v-x} \cdot \overline{a+b} : 4b - ff : 2b$. Ostons du premier sa vitesse reflechie *ff* : $2a$, et du second la vitesse reflechie *ff* : $2b$. Le premier fera $\overline{v-x} \cdot \overline{a+b} : 4a - ff : a$. Le second fera $\overline{v-x} \cdot \overline{a+b} : 4b - ff : b$ et changeant le signe du dernier, pour les concevoir allans du même coste, il y aura $\overline{v-x} \overline{a+b} : 4a - ff : a = ff : b - \overline{v+x} \overline{a+b} : 4b$ et il y aura $\overline{v-x} \overline{a+b} \frac{1}{a} + \frac{1}{b} : 4 = ff \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, donc $ff = \overline{v-x} \overline{a+b} : 4$.

Donc *ff* étant trouvé, on voit quelle vitesse reste à chacun après la detraction de la reflexion, la perte doit estre jointe à celle du bateau. Et puis à celle du ressort. Il sera

1 à dire (1) 2 de vi (2) un (3) 2 de (4) 1 *L* 1 les (1) 4 (2) 2 *L* 1f. restent (1) de ceux qui (2) des vistesses (a) reelles (b) | qu' erg. Hrsg. | ils *L* 4 ave *L ändert Hrsg.* 7 choc (1), qui est de 2 degrés (2) perdue, qui (a) chacun (b) estoit *L* 8 degré *L ändert Hrsg.* 8 auparavant, (1) et | en streicht Hrsg. | (2) et 2 en *L* 13f. costé. (1) Celle du bateau (a)x : (b)v+x : 2 (aa) celle (bb) la vitesse réelle (2) Vitesse d'appropinquation *L* 15 deux *L ändert Hrsg.* 16 *ff*, (1) dont la (2) la moitié *L* 16 reflechie erg. *L* 17 *ff* : $2a$ *L ändert Hrsg.* 20 et (1) de l'au (2) du second *L* 20 *ff* : $2b$. (1) Il faut qu' (2) Le premier fera *L* 23f. $\overline{a+b} : 4$. (1) Mais je crois qu'il y a un erreur dans le calcul (a) car (aa) substi (bb) soustrahant, (b) donc soustrahant *ff* : $2a$ de (2) Donc *ff* étant *L* 25 ressort. (1) Mais il (2) Il *L*

bon de l'achever pour voir s'il viendra tousjours ce que les autres voyes donnent. Il me semble que j'ay commis quelque erreur de calcul. Il vaudra resumer ce dernier calcul.

77. ZU A. PARENT, ÉLÉMENS DE MÉCHANIQUE ET DE PHYSIQUE

[Mitte Januar – Juni 1701]

Datierungsgründe: Die Entstehung der nachfolgenden zwei Stücke, Leibnizens kommentierter Auszüge aus Antoine Parents *Élémens de méchanique et de physique* (N. 77₁) und seiner Rezension davon (N. 77₂), lässt sich anhand des Briefwechsels beleuchten.

Während seines kurzen Aufenthalts in Helmstedt auf der Rückreise aus Wien und Prag traf Leibniz am 30. Dezember 1700 Johannes Andreas Schmidt. Dieser bot ihm einige Bücher zur Lektüre an, die Leibniz allerdings mitzunehmen vergaß. Am Folgetag, den 31. Dezember, schrieb Leibniz aus Hannover einen Brief (LSB I, 19 N. 150), in dem er Schmidt um die Zusendung der Bücher bat, wobei er „Parentii Galli librum de re Mechanica“ namentlich erwähnte, die um 1700 erschienenen *Élémens de méchanique et de physique*. Schmidt übersandte die Bücher mit seinem Brief vom 7. Januar 1701 (LSB I, 19 N. 164).

Er wünschte sich von Leibniz eine Buchbesprechung der *Élémens* für die *Acta Eruditorum*. Leibniz kam dieser Bitte nach. In seinem Brief vom 15. Februar informierte er Schmidt über den Fortschritt (und die Hindernisse) seiner Parent-Lektüre: „Recensionem ejus libri absolvam quam primum. Sic satis progressus eram, sed interrupere alia urgentia...“ (LSB I, 19 N. 206, hier S. 423). Diese Unterbrechung lässt sich tatsächlich am Schriftbild der Auszüge (N. 77₁) gut ausmachen (oben auf Bl. 215 r°) und wird durch Leibnizens eigene Bemerkung unterstrichen: „Je n'ay pas le loisir d'achever tous ces chapitres comme j'ay commencé“ (S. 824.8–9). Die großzügigen Exzerpte der Vorrede und die Kommentierung der ersten Teile der *Élémens* bis Teil III, Kap. 9 nehmen etwas mehr als sechs der sieben Folioseiten ein (Bl. 212 r° bis Anfang von Bl. 215 r°), während auf den Rest des Buchs (S. 183–449) nur eine knappe, vergleichsweise flüchtig geschriebene Folioseite (Bl. 215 r°) entfällt.

Die Auszüge müssen spätestens Mitte April fertig vorgelegen haben, denn Leibniz teilte Schmidt am 29. April mit, dass die daraus hervorgegangene Rezension (N. 77₂) bereits an O. Mencke abgegangen war (LSB I, 19 N. 336, hier S. 633). Sie erschien anonym in den *Acta Eruditorum* vom Juni 1701.

Leibnizens Urteil über Parents Leistung für die Stoßlehre ist nicht nur in N. 77₂, sondern auch in späteren Briefen an Johann Bernoulli festgehalten. Parent sah sein Hauptergebnis darin, jede Art von Stoß „auf das Gleichgewicht reduziert“ zu haben, d. h. auf einen geraden zentralen Stoß, in dem die Geschwindigkeiten sich reziprok zu den Massen verhalten (*Élémens*, Preface, S. [1]). Der Beweis (Pars I, chap. XIII) beruht auf dem Prinzip, dass der gerade zentrale Stoß zweier Körper nur von ihrer relativen Geschwindigkeit abhängt und dass die Stoßphänomene, abzüglich der gemeinsamen Bewegung des Systems, gleich bleiben. Dies verdeutlicht er durch die Analogie des Zusammenstoßes zweier Kugeln auf einem fahrenden Schiff, der vom Ufer aus betrachtet wird (S. [5]). Für Leibniz, der in N. 77₁ alle diese Stellen exzerpiert hat, ist dieser Ansatz, wie auch die Ergebnisse und die Schiffsanalogie, vor allem mit Huygens fest assoziiert, obwohl dessen einschlägige Schriften zu seinen Lebzeiten unveröffentlicht blieben und die Abhandlung *De motu corporum ex percussione* erst 1703, nach Parents *Élémens*, erschien (C. HUYGENS, *Opuscula postuma*, 1703, S. 367–398, bes. S. 370); siehe dazu die editorische Vorbemerkung zu N 48. Parent behauptet in der Vorrede (S. [3f.]), er habe seine Ergebnisse selbstständig erreicht und erst nach Vollendung der Abhandlung von den Arbeiten Wallis', Mariottes und Huygens' erfahren. In der Rezension beurteilt Leibniz Parents Unabhängigkeitsanspruch nicht, sondern stellt lediglich fest, dass er in seinen Thesen über den geraden Stoß „non dissentit quoad conclusiones ab iis, quae Mariottus aliquie dedere“ (siehe 77₂, S. 829.3–4). Allerdings scheint Leibniz um 1704 an die Abhängigkeit Parents von Huygens' Methode zu glauben, wenn er Johann Bernoulli die *Élémens* empfiehlt: „librum

Dn. Parent Galli quem inscripsit *Elemens de Mecanique et de physique*, sed in quo tantum Leges motus ex Hugeniano principio (navis scilicet) deduxit“ (Brief vom 25. März 1704, Basel *Universitätsbibl.* L Ia 19 Bl. 221–222). In seinem Schreiben vom 2. Mai 1704 vermutet er bei Parent sogar ein Plagiat der Huygens'schen Ergebnisse, die zwar um 1700 noch nicht veröffentlicht vorlagen, über die aber der Autor in der *Académie des Sciences* vorgetragen hatte: „...librum Dni Parent Academiae Regiae Gallicae Socii, inscriptum *Elemens de Mathematique et de Physique*, Paris 1700 editum ubi tamen non nisi de motus Legibus agit, ex Hugeniano plane principio, quod suspicor ipsi innotuisse ex iis quae Hugenius forte Parisiis olim communicavit Academiae, et Parentius reperire potuit in Academiae schedis aut ex relatu habere“ (Basel *Universitätsbibl.* L Ia 19 Bl. 223–224; beide Briefe erscheinen in *LSB III*, 9). 5

771. AUS UND ZU A. PARENT, ÉLÉMENS DE MÉCHANIQUE ET DE PHYSIQUE
[Mitte Januar – Mitte April 1701]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus A. PARENT, *Elémens de méchanique et de physique*, Paris 1700: LH XXXVIII Bl. 212–215. Zwei Bogen 2° (Bl. 212–213 und Bl. 214–215); ein Wasserzeichen in Bl. 213 sowie ein weiteres Wasserzeichen in Bl. 214 mit Gegenmarke in Bl. 215. Sieben Seiten; Bl. 215 v° leer. Textfolge durch den eigh. Ordnungsvermerk „2.“ am Anfang des zweiten Bogens (Bl. 214 r°) gesichert; auf Bl. 214 r° und Bl. 215 r° je ein gestrichener Diagrammentwurf, die nicht wiedergegeben werden.

[212 r°]

10 *Elemens de Mecanique et de physique où l'on donne geometriquement les principes du choc et des equilibres entre toutes sortes de corps; avec l'explication naturelle des machines fondamentales* par Monsieur A. Parent de l'Académie Royale des sciences.
Paris chez Delaulne 1700 in 8°. pagg. 449.

Preface. *Ayant trouvé que la maniere de rappeller tous les chocs à l'équilibre ou de les en deduire par des temoins [auxiliaires], contenoit la connoissance de tout ce qu'on peut desirer du mouvement, et croyant que ce fut une chose tout a fait nouvelle je m'appliquay l'annee dernière à pousser cette methode... Depuis que ce traité est achevé on m'a fait voir plusieur auteurs, comme Messieurs Wallis, et Mariotte dans son Traité de la percussion, qui semblent avoir en vuë la même maniere de considerer le mouvement, quoyqu'ils ne se soyent pas expliqués de même, si ce n'est peut estre M. Mariotte dans ses mouvements composés. On m'a assuré de plus que M. Huguens avoit publié dès longtemps ce même principe dans plusieurs journaux. Cependant le peu de progrès, qu'on a fait jusqu'icy dans la connoissance du choc, me pourroit faire croire que la maniere d'en faire*

21 *Am Rand: ** luy signifie la multiplication.^[a]

[a] * [...] multiplication: a.a.O., Avertissement, S. [9].

12 chez (1) de l (2) Delaulne L 14 temoins (1) anulaires (2) | oculaires ändert Hrsg. nach Vorlage | , contenoit L 20 M. (1) Hugen (2) Huguens L

13–16 *Ayant trouvé [...] cette methode:* A. PARENT, *Elémens de méchanique et de physique*, Paris 1700, Preface, S. [1]. 16–S. 803.7 *Depuis que [...] la physique:* a.a.O., S. [3–5] mit Auslassungen.

l'application, n'a pas encor esté assez connue, puisqu'encor aujourd'huy plusieurs Auteurs celebres ont leurs principes particuliers, et sont si peu d'accord entre eux. Si je me trouve redevable à quelcun de quelque chose, ce ne peut estre qu'aux ouvrages de Messieurs Renaud sur la manoeuvre, Mariotte sur les liqueur[s], et de la Hire sur la Mecanique. Mais je reconnois l'estre par dessus tout aux lumieres de ce sçavant et illustre genie Monsieur 5 Sauveur, dont la seule modestie m'empeche de m'étendre d'avantage sur son merite infini dans les Mathematiques et dans la physique... On ne demande autre [chose que] de s'imaginer ce qui paroistroit si estant sur le rivage d'une riviere, ils regardoient des personnes jouer à la boule, dans un vaisseau emporté par le courant de la riviere; ou qu'ils fassent construire une machine semblable à celle qui est à la fin de ce livre. Alors 10 ils apprendront par eux mêmes ce grand principe de la nature, que le mouvement n'est rien de positif.

Quant au titre du livre, la physique n'est qu'un pur effect du choc des corps, ainsi les *Elemens du choc* sont ceux de toute la physique.

On trouvera un principe nouveau du choc composé, que j'ay substitué à celuy des 15 parallelogrammes, qui quoyqu'il soit veritable dans les équilibres autour d'un point fixe, conduit cependant infalliblement à l'erreur dans les chocs libres, comme il est aisé de le voir, quand on veut passer du choc composé [au] choc direct. C'est pour cela aussi que j'ay trouvé apropos de substituer ce traité à la place d'un autre que j'avois composé il y a plus de huit années, et dans le quel j'avois demontré par ce principe tout ce qui regarde les 20 equilibres autour d'un point fixe, et les centres de gravité... par ce que les demonstrations fondées sur ce principe deviennent d'autant plus embarrassées qu'il y a de puissances, ce qui ne se trouve pas dans le principe que j'ay suivi. En second lieu, parce que dans le moment que je le fis voir à M. Sauveur, il me dit que M. de Varignon avoit déjà establi une Mecanique sur le même principe. En troisieme lieu parce que j'ay appris que le 25 R. P. Lami et quelques autres personnes encore s'en attribuoient l'invention, ce qui m'a fait recourir à l'analyse des plus grands et des plus petits, dont celuy cy a esté tiré. Ainsi quoyque je pourrois aisement verifier que j'ay appliqué le principe des parallelogrammes rapporté par M. Rohault, et peut estre en premier lieu par M. Descartes aux equilibres

4 liqueur L ändert Hrsg. nach Vorlage 7 che L ändert Hrsg. nach Vorlage 18 aux L
 ändert Hrsg. nach Vorlage 19 il y a (1) 8 ans (2) plus L 21 gravité (1) dans ce (2) ... par
 L 25f. appris (1) de qu (2) que le R. P. (a) l'Ami (b) Lami L

7–12 On ne [...] de positif: a.a.O., S. [5] mit Auslassungen. 13–21 Quant au [...] de gravité: a.a.O.,
 S. [6f.] mit Auslassungen. 21–S. 804.2 par [...] gloire: a.a.O., S. [7f.] mit Auslassung.

autour d'un point fixe, aussi bien que ces Messieurs, j'aime mieux cependant leur en laisser toute la gloire.

5 *On me pourroit demander pourquoi je ne rapporte aucune des propositions de Galilée, ou de celles qu'on a coustume de tirer de son systeme. Je reponds que je n'ay pas trouvé à propos, n'ayant que des principes Geometriques dans tout ce traité, d'y mêler des propositions qui sont fondées uniquement sur l'imagination de cet auteur, quoique d'ailleurs ces propositions soyent fort belles, fort utiles, et fort approchantes de l'experience. Car il est constant que quand un corps en meut un autre par reprises, c'est au choc même qu'on doit avoir egard, pour trouver l'acceleration du corps mû [212 v°] et non pas au temps, qui n'est qu'une chose arbitraire inventée pour mesurer les diverses actions qui se font au monde, et dont on peut fort bien se passer.*

10 1re partie chap. 1. *Des differentes especes du mouvement et de ses mesures.* Il veut que le mouvement qu'il appelle angulaire (c'est à dire à l'entour d'un point) se mesure *par les secteurs et non pas par les arcs.* [Mais je n'entends rien de concluant dans les raisons qu'il allegue, par exemple que *l'eloignement des corps se mesure par l'espace le plus petit qu'ils puissent parcourir pour s'unir*, (ce qui se peut appliquer aux arcs autant qu'aux secteurs). Et que les arcs ne renferment en eux aucun rapport au centre (ce qu'on n'accordera pas).]

15 p. 5. *Le mouvement absolu est tel par rapport à la cause qui a mis le corps en mouvement. Le mouvement reciproque est celuy (+ ce changement [de] distance +) [qui se trouve dans les corps] qui accompagnent les corps en mouvement sans aucune autre application de cause motrice à l'egard de ces autres corps. Le mouvement simple est celuy qui a este produit dans le corps en mouvement par une seule cause, le mouvement composé resulte de plusieurs mouvemens simples.*

20 25 Ch. 3. *Le mouvement d'un corps seul ne pourroit estre appellé viste ny lent (+ s'il se tournoit à l'entour de son centre et faisoit progres, on pourroit l'estimer, car sa vitesse seroit comparable à celle de ses parties. Ce que l'auteur dit seroit vray d'un point. [+])*

3 des (1) chose (2) propositions L 4 que (1) j'ay (2) je n'ay (a) point (b) pas L 14 arcs (1), mais les (2) | et il streicht Hrsg. | dit que les | arcs streicht Hrsg. | (3) mais : (4). [Mais L 16 s'unir, (1) item que (2) (ce qui L 20 de erg. Hrsg. 20f. qui se trouve dans les corps erg. Hrsg. nach Vorlage 23 celuy (1) qui resulte de plusieurs causes | simples streicht Hrsg. | (2) qui est p (3) qui L 26 et faisoit progres erg. L

3–11 *On me [...] passer:* a.a.O., S. [8f.] 12 *Des [...] mesures:* a.a.O. S. 1. 14 [Mais: Eckige Klammer von Leibniz. 12–14 Il veut [...] les arcs: a.a.O., S. 2. 18 pas): Eckige Klammer von Leibniz. 19–24 *Le mouvement [...] mouvemens simples:* a.a.O., S. 5 mit Auslassung. 25 *Le mouvement [...] ny lent:* a.a.O., S. 8 mit Auslassung.

Ch. 4. *Le temps est un effect successif et uniforme estable pour mesurer tout ce qui est successif. Comme on est convenu d'une mesure qui est par exemple une toise[,] une perche[,] la quelle estant appliquée à deux parties de l'etendue en fait connoistre le rapport. Ce temps ou cet effect successif peut estre l'espace qu'a pourcouru un homme allant tousjours d'un pas égal.* (+ Le temps n'est pas cet espace, mais il est mesuré par cet espace, comme l'etendue n'est pas la perche, mais est mesurée par la perche. +) *Ce peut estre aussi la quantité d'eau sortie d'une clepsydre.* ([+] Si le temps est l'espace, ou l'eau, il y auroit plusieurs temps ensemble. +)

Ch. 5. *La force est l'estat present de son mouvement comparé à l'estat d'un autre corps en mouvement. Cet estat ne peut estre different que par rapport à la masse et à la vitesse des corps.* Il en conclut bien *que de deux corps de même vitesse dont l'un est double de l'autre*, le premier est de double force ; mais il ne conclut pas bien à l'égard des vitesse[s]. Voicy son raisonnement. *Si ces deux corps égaux en masse et ayant commencé et fini de se mouvoir en même temps ou dans des temps differens mais égaux, le premier a fait deux fois plus de chemin que le dernier, on pourra diviser en deux également l'espace parcouru par le premier, et on verra aussi tôt que l'estat de ce mouvement contient deux fois l'estat de mouvement du second, c'est à dire que la force du premier est double.*

13–15 *Am Rand:* Actio^[a] percurrens^[b] duas leucas duabus horis est duplum actionis percurrentis unam leucam una hora.

Actio percurrens unam leucam una hora est duplum actionis percurrentis^[c] unam leucam duabus horis.

^[a] Actio *erg.* L ^[b] percurrens (1) unam leucam (2) duas leucas L ^[c] percurrentis (1) unam leucam du (2) duas (3) unam leucam duabus horis (4) duas leucas una hora (5) unam L

2 *successif.* (1) Ce temps (2) *Comme L* 3 *une perche erg.* L 4 *temps* (1) cet (2) c (3) ou L 6 *comme* (1) la toise n'est pas (a) la grandeur, m (b) l'etendue, mais est mesurée par (2) l'etendue n'est pas (a) la toise, mais est (b) la perche, L 7 *clepsydre.* (1) (+ De cela il s'ensuivroit, | que streicht Hrsg. | (a) ce (b) ce (c) c' (2) (Si L 8 *l'eau,* (1) la percursion de l'espace, et 1 (2) il y auroit L 11 *que* | de erg. | deux L 12 *premier est* (1) double (2) de L 13 *vitesse* L ändert Hrsg. 17 *à dire que* (1) le premier est (2) *la L*

1–5 *Le temps [...] pas égal:* a.a.O., S. 9 mit Auslassung. 6f. *Ce peut [...] d'une clepshydre:* a.a.O., S. 10. 9–12 *La force [...] de l'autre:* a.a.O., S. 11f. mit Auslassung. 13–17 *Si ces [...] est double:* a.a.O., S. 13 mit Auslassung.

[+] Ce sont ces raisonnemens un peu vagues, et qui n'ont que l'appar[e]nce de raisonnemens Geometriques. Les deux estats ne se ressemblent qu'en grandeur et en espace, mais ils sont dissemblables en ce qu'un corps a plus de vitesse que l'autre. Si tout estoit égal de part et d'autre la comparaison des estats estoit juste. [C'est pour] cela que dans le fonds la force de l'un est quadruple que celle de l'autre. +]

Ch. 6. Equilibre imparfait si un poids feroit monter un autre par le moyen d'une poulie par exemple. *On ne peut pas nier que souvent les forces se detruisent par le choc.*

[213 r°] Ch. 8. *Axiomes. 1. Le mouvement se fait tousjours en ligne droite sensible et insensible, et l'action des corps s'étend tousjours tout le long d'une ligne droite. 5.*

Un corps n'agit contre un autre que par la force qu'il a dans [leur] ligne de commune rencontre, ensorte que si l'on conçoit dans le corps choquant quelque autre force qui n'ait rien de commun avec cellecy elle luy restera toute entiere.

6. Un corps poussé par plusieurs suit tousjours la route dans la quelle il est le plus poussé ou à l'egard de la quelle il ne luy reste aucune force pour aller ailleurs.

8 *Am Rand, bezogen auf Axiomes:* L'auteur adjoute dans les additions,^[a] *rien ne se meut qui n'ait été mu.* (+ à moins qu'il^[b] n'ait été en mouvement de tout temps +) *Le choc doit tousjours se faire de telle sorte qu'estant vu dans toutes les suppositions imaginables il ne s'y trouve jamais de contradiction. L'effect d'une puissance finie est tousjours limité. Un corps qui se meut à travers d'un fluide en repos y doit perdre enfin toute sa vitesse. Un [fluide qui meut un corps solide]^[c] quelconque luy doit donner enfin toute sa vitesse.^[d]* (Ces deux axiomes ne sont point assurés. Et celuy du choc vu en différentes suppositions a besoin de preuve.)]

[a] additions: a.a.O., Supplement, S. 432. [b] il (1) n'aist (2) n'ait *L* [c] corps qui meut un corps fluide *L ändert Hrsg. nach Vorlage* [d] rien ne [...] vitesse: a.a.O., S. 432 mit Auslassungen.

1 l'appareence *L ändert Hrsg.* 2 Geometriques. (1) Ces corps ne (2) Les deux estats ne *L*
2 ressemblent (1) point, (2) qu'en *L* 4 juste. (1) +] (2) | C'est pour *gestr., wieder gültig gemacht*
Hrsg. | cela L 5 est (1) triple de celle de l' (2) quadruple *L* 6 si (1) une p (2) un poids *L*
10 leur erg. *Hrsg. nach Vorlage*

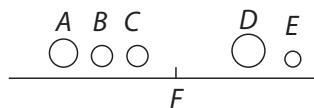
1 [Ce: Eckige Klammer von Leibniz.
imparfait [...] par exemple: a.a.O., S. 17f.
mouvement [...] ligne droite: a.a.O., S. 22.
Auslassung.

5 +]: Eckige Klammer von Leibniz. 6f. Equilibre
7 *On ne peut [...] le choc:* a.a.O., S. 18. 8f. 1. *Le*
9-14 5. *Un corps [...] aller ailleurs:* a.a.O., S. 22f. mit

Ch. 11. *On peut rappeller toutes les proprietes* (des mouvemens reciproques) (+ c'est à dire aux changemens de distance qui naissent du mouvement de quelques uns entre eux, et qu'on peut attribuer à celuy qu'on veut +) à ce principe *Metaphysique que le lieu du point A, ou la situation de la ligne AH, à l'egard de l'immensité, est une chose absolument indeterminée, l'immensité ayant ny bornes ny figures ny costés.* C'est pourquoy quelque 5 part où soyent le corps A, ou la ligne AH, on peut toujours les considerer au même lieu d'où ils sont partis, ce qui fait naistre aussi tost tous les mouvemens reciproques dont on a parlé cydevant. (+ Que veut il dire avec son immensité. C'est un tout, dont il n'y a point de distance determinée, et ce n'est pas par un tout qu'on determine les distances que par des points autrement la determination est confuse. [+]) L'auteur adjoute un 10 avertissement sur la coexistence des systemes de Copernic et de Tyco. (+ Il n'a point consideré qu'il y a quelque autre chose. Car Tyco est obligé de faire entrer Mars dans l'orbite du soleil. C'est à dire dans un endroit où à peu pres où le soleil a esté. +) Il le compare avec des vaisseaux, qui font ce jugement les uns des autres. (+ Mais on peut encor juger dans le vaisseau par le vent, qui enflé les voiles, et autres manieres d'estime, 15 si on est dans le mouvement ou non. +)

Ch. 12–13. L'auteur deduit du cas de deux corps en mouvement avec des vistesses reciproques sur un plan immobile, tout les autres cas, en supposant que le plan sur le quel sont ces corps est mobile.

Ch. 14. Si les corps A, B, C et D, E, concourent en F, avec les vistesses AF, BF, 20 CF, DF, EF ; l'auteur dit que si on suppose $AF \cdot A + BF \cdot B + CF \cdot C = DF \cdot D + EF \cdot E$, les forces sont égales, *ils se choqueront avec equilibre.* (+ Il faut supposer les corps ramassés



[Fig. 1]

2 dire (1) qui naissent (2) aux changemens L 2 naissent (1) de (2) du L 3 celuy (1) à qui on (2) qu'on L 10 autrement la (1) distance est (2) determination L 13 endroit (1) ou le (2) ou L 20 en F, (1) l'auteur dit que leur (a) choc (b) force du choc est égale, (aa) s'ils (bb) si leur masses (2) avec L

1–8 On [...] cydevant: a.a.O., S. 34f. mit Auslassung.

12f. Car [...] soleil: T. BRAHE, *De mundi aetherei recentioris phaenomenis Liber secundus*, Prag 1603, hier S. 185–201.

13f. Il le compare [...] des autres: PARENT, *Élémens*, S. 37.

17 Ch. 12–13: a.a.O., S. 37–40 und 40–44.

20–22 Si les corps [...] avec equilibre: a.a.O., S. 45f.

[Fig. 1]: a.a.O.,

Pl. 2, Fig. 21.

11 avertissement [...] de: a.a.O., S. 35.

12f. Car [...] soleil: T. BRAHE, *De mundi aetherei recentioris phaenomenis Liber secundus*, Prag 1603, hier S. 185–201.

13f. Il le compare [...] des autres: PARENT, *Élémens*, S. 37.

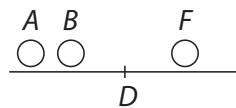
17 Ch. 12–13: a.a.O., S. 37–40 und 40–44.

20–22 Si les corps [...] avec equilibre: a.a.O., S. 45f.

[Fig. 1]: a.a.O.,

Pl. 2, Fig. 21.

en des points ou que leur grosseur n'est pas compa[ra]ble à leur distance[,] autrement ils ne pourront arriver tous ensemble en *F.* [+])



[Fig. 2]

(+ Examinons un peu la chose en trois corps, soit $AF \cdot A + BF \cdot B = DF$. Le centre de gravité sera *F*. Et alors il est sur qu'ils se choqueront avec équilibre. Cependant ils ne se choqueront pas en même temps, mais en différens temps selon leur grandeur, à moins qu'on ne les considère que comme des points. [+])

Ch. 15. Pour trouver le centre de masse (+) c'est ainsi qu'il parle (+) sur une même ligne droite, il distingue deux cas, que le point pris à souhait soit hors des corps ou entre les corps. Au premier cas il adjoute seulement, au second il mele addition et soustraction, 10 mais on peut dire généralement, que les progrès de ces corps vers ce point en même sens multipliés par les corps sont une somme la quelle divisée par la somme donne le progrès du centre vers ce point car lors qu'il y a un corps qui a besoin d'aller d'un autre sens, son progrès dans le sens proposé est négatif.

Ch. 16.17. Loix du choc direct des corps sans ressort. S'ils sont [en] équilibre ils reposent après le choc : si non ils iront tous ensemble après le choc, comme alloit le centre de masse. Les figures sont changés, comme si ces corps rencontraient un corps infiniment dur avec cette force qu'il a.

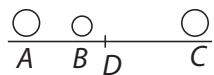
1 ou que [...] leur distance *erg.* $L - 1$ grosseur (1) | est streicht Hrsg. | incomparable // (2) n'est pas | comparable ändert Hrsg. | à $L - 1$ autrement (1) ils ne sçavoient (2) ils $L - 3$ DF . (1) Soit (2) Le $L - 4$ gravité (1) G (2) sera G (3) sera *F*. (a) Mais alors (b) Et alors il est sur (aa) que le centre (bb) qu'ils se choqueront avec équilibre. Mais il (cc) qu' | alors streicht Hrsg. | ils $L - 4$ Cependant | mais streicht Hrsg. | ils $L - 8$ droite, (1) prenes un point *G*, à souhait sur la droite multiplie chaque corps par sa (2) il $L - 8$ hors (1) du point, ou (2) des $L - 10$ ces corps (1) d'un même sens (2) vers $L - 11$ divisée (1) par les corps (2) par la somme donne (a) la masse (b) par $L - 11$ somme (1) par les corps (2) donne (a) la masse (b) le progrès $L - 12$ vers ce (1) corps (2) point (a) ce (b) car (aa) le (bb) lors (aaa) que (bbb) qu'il $L - 14$ en *erg.* Hrsg. 16 masse. | (+ Il ne considere point le cas des corps qui ont moitié ressort, et moitié point +) gestr. | Les figures *L*

7-13 Pour trouver [...] est négatif: a.a.O., S. 49f.
16f. un corps infiniment dur avec: a.a.O., S. 58.

14 Loix du [...] sans ressort: a.a.O., S. 50.

Ch. 18. Dans le choc *des corps à ressort parfait* s'ils se choquent avec équilibre chacun doit retourner avec sa vitesse première, d'où il tire tout le reste avec l'aide du plan auxiliaire. C'est à dire s'ils concourent sans opposition, et si après [le] choc il *n'y a point d'opposition* non plus ; il demeure la même force selon l'auteur ; et la somme avant le choc est égale à la somme après le choc. Mais s'ils se séparent avec opposition alors la somme des mouvements est augmentée. De même s'ils concourent avec opposition et vont après du même côté, la somme des mouvements est diminuée. 5

Regle generale (en prenant la force pour la quantité de mouvement) [:] en prenant deux differens temps égaux[,] l'un devant l'autre après le choc, si l'un contient de l'opposition et que l'autre n'en ait point, celuy qui en contient aura tousjours la plus grande 10 quantité de force absolue mais la relative est toujours la même. [213 v°]



[Fig. 3]

Ch. 19. *Loy generale du ressort parfait entre tant de corps que ce soit : Si trois corps par exemple A, B, C, doivent se rencontrer en même temps en D, je divise l'instant de leur choc en plusieurs parties ; dans la premiere B et C se choquant en D suivent les loix de deux corps à ressort qui se choquent en sens contraire. Dans la seconde A rencontre B 15 avec toute sa force, et celle que B a contractée par le choc au quel cas ils suivent encor les loix de deux corps à ressort. Dans la 3^{me} partie[,] supposé que B doive encor rencontrer C avec la vitesse que B a contractée dans le second choc et celle que C a contractée dans le premier[,] ils suivront encor les mêmes loix precedentes ; Enfin dans la 4^{me} partie de l'instant du choc, supposé que A doive une seconde fois rencontrer B, ils agiront l'un 20 contre l'autre[,] sçavoir A avec la force qu'il a contractée par le second choc, et B avec*

1 Ch. 18. (1) Quand deux c (2) Dans L 3 après | le erg. Hrsg. | choc (1) il y a (2) il L 4 l'auteur (1). Mais s'ils se séparent avec opposition (2); et la somme L 5f. opposition (1) alors la somme avant le choc est égale (a) avec (b) à la somme après le choc. Quand il y a la somme (2) alors [...] augmentée. L 6 opposition (1) et se séparent avec opposition (2) et vont L 7 costé, (1) la force est diminuée (2) la somme des mouvements est diminuée. L 13 en même temps en D erg. L 16 choc (1) en (2) au L

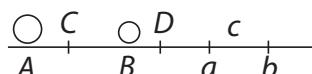
1 Ch. 18. [...] *parfait*: a.a.O., S. 58. 3f. après [...] *opposition*: a.a.O., S. 61. 8–11 *Regle generale* [...] *de force*: a.a.O., S. 64 mit Auslassung. 12–S. 810.6 *Loy generale* [...] *soyent égaux*: a.a.O., S. 65f. mit Auslassungen.

celle qu'il a acquise par le 3^{me}, et ainsi de suite, jusqu'à ce que ces trois corps ne doivent plus se rencontrer[,] ce qui se reconnoistra tousjours en calculant leur[s] vistesses suivant les loix des deux corps, quelque nombre de corps qu'il y ait, et en quelque sens qu'il se rencontre sur la droite AB.

5 *Il suit de cela que si l'on a sur une ligne droite plusieurs corps à ressort qui soyent égaux et qu'un certain nombre en choque d'autres en repos, il ne se mettra jamais après le choc en mouvement qu'autant qu'il y en avoit auparavant.*

10 Ch. 20. *Quand deux corps de pareille matière et figure se choqueront il arrivera la même chose à l'égard du centre commun de masse, et à l'égard de leur force ou mouvement commun, que si ces corps avoient un ressort parfait ou n'en avoient point du tout. Mais lors que leur matieres sont heterogenes[,] les proprietes cy dessus n'auront plus de lieu, car ce n'est plus le centre commun de masse (+ mais il restera tousjours le centre commun de pesanteur qui demeurera en repos comme auparavant +).*

15 *Les deux loix générales que l'auteur met pour toute sorte de ressorts parfaits ou imparfait[s] [se] reduisent à cette loy générale, que j'ay démontrée (dit il) dans le Journal des Scavans 4^{me} May 1699. Dans tous les chocs sur une ligne droite, les corps conservent la loy de leur équilibre à l'égard du point c de l'immensité qui se meut de la même vitesse après le choc dont alloit avant le choc leur centre commun de gravité.*



[Fig. 4]

20 Corps *A*, *B*, leur centre commun *C*, le lieu du choc *D*; le progres du centre de gravité avant le choc, *CD*, le progres du point *c* après le choc *cD*; le progres du corps *A*, *Aa*, le progres du corps *B*, *Bb*. Les *AC* estant *u*, *ac* $\frac{g}{u}$, si le ressort n'est pas parfait; et

2 leur *L ändert Hrsg. nach Vorlage* 6 égaux (1) | il ne se streicht Hrsg. | mettra jamais après le choc en mouvement qu' (2) et *L* 15 imparfaites *L ändert Hrsg.* 15 se erg. *Hrsg. nach Vorlage* 18 centre (1) dont allo (2) commun *L* 19 *C*, (1) leur (2) le *L* 20 avant le choc, (1) le progres (2) *CD*, *L*

6f. *jamais après [...] avoit auparavant*: a.a.O., S. 68. 8–11 *Quand deux [...] lieu*: a.a.O., S. 72 mit Auslassung. 14–18 *Les deux [...] commun de*: a.a.O., S. 72f. mit Auslassung. 15f. *dans [...] 1699*: A. PARENT, „Loy universelle pour quelque multitude de corps que ce soit“, JS (Pariser Ausgabe), 4. Mai 1699, S. 197–200. [Fig. 4]: tlw. Übernahme der Vorlage: PARENT, Élémens, Pl. 2, Fig. 29.

BC estant v , bc sera $\frac{g}{v}$. (+ Je m'estonne de cela, il falloit $\frac{u}{g}$, ou $\frac{v}{g}$, car ainsi le cas du ressort imparfait evanouiroit dans celuy du ressort parfait. Je trouve par le calcul qu'il l'a entendu ainsi. +)

CD ou $cD = A \cdot AD \pm B \cdot BD, : A + B$. $AC = AD - CD = B \cdot AD \pm B \cdot BD, : A + B$ et $BC = CD \pm BD = A \cdot AD \pm A \cdot BD, : A + B$. Donc $ac = (AD \pm BD)Bu : (a + b)g$ et $bc = (AD \pm BD)AV : (A + B)g$.

$$\text{Hinc tandem } Da = Dc - ca = (A \cdot AD \pm B \cdot BD)g - (AD \pm BD)Bu : (a + b)g$$

$$\text{et } Db = Dc + cb = (A \cdot AD \pm B \cdot BD)g + (AD \pm BD)AV : (a + b)g.$$

(+ Toutes ces choses not[é]es sont assez connues. +) Or il faut bien remarquer (ajoute l'auteur[]) que si ac est encor à cb , comme AC à CB , c'est à dire si les ressorts de ces corps sont semblables[,] le point c sera le centre commun de leur masse; car c'est tousjours comme B à A ou b à a ; ainsi le centre de masse ne change point de vitesse par le choc. Mais lorsque leur[s] matieres sont heterogenes, c ne sera plus le centre commun de leur masse. (+ Pourquoy? Est ce qu'ils se transforment [?] Mais alors aussi il ne faut considerer ces corps seuls, mais leur parties insensibles. Et si on considere les touts seulement, il faut considerer les corps comme des points. [+])

Ch. 21. Quand on considere l'epaisseur des corps, il n'en vient aucune incommodite. (+ L'auteur ne l'explique pas bien, mais on peut prendre le tout comme si les corps qui se rencontrent estoient concentrés dans les points où ils se touchent. Il faut examiner

4–6 *Am Rand, durch ein Verweiszeichen auf die Rechnung bezogen:* Je reduiray le calcul de l'auteur different pour le cas^[a] sans opposition, ou avec opposition à ce calcul general, et \pm signifiera + dans le premier cas, et - dans le second.

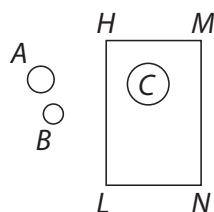
[a] cas (1) de l'opposition (2) sans L

1 le (1) choc du ress (2) cas L 2f. Je trouve [...] ainsi erg. L 9 notes L ändert Hrsg.
12f. ou b à a erg. L 13 leur L ändert Hrsg. 17 Ch. 21. (1) Quoynque les parties (2) Quand
L 17 corps, (1) les point [!] de rencontre ou d'attou (2) il (3) il L 17f. incommodite (1),
car on peut prendre au lieu des corps, les points où ils se touchent (+ l'auteur ne (2)). (+ L'auteur L
19 estoient (1) reunis dans les points (2) concentrés L

4–6 CD [...] $(A + B)g$: Vgl. a.a.O., S. 69. 7f. Da [...] $(a + b)g$: Vgl. a.a.O., S. 70. 9–13 il faut [...] choc: a.a.O., S. 70f. mit Auslassungen. 13f. *Mais* [...] *masse*: a.a.O., S. 72 mit Auslassungen.

si dans le concours de deux corps qui se rencontrent avec équilibre, les deux points de rencontre se résistent également, quoique les corps soient inégaux. On peut s'imaginer comme si les corps estoient composés de parties rigides qui font la masse, entrelassés de ressorts dont on ne considère point la masse ; en ce cas, imaginant que les parties rigides sont toujours égales, et se rencontrent directement, on en déduira le tout. On pourra aussi s'imaginer, les concours obliques, et déduire leur[s] loix, quoique les corps soient composés de globes égaux. +)

Ch. [22.] L'auteur rapporte les *propriétés du centre de masse* (de pesanteur) *entre les corps qui sont situés hors une même ligne droite*. Mais ces propriétés sont connu[e]s.



[Fig. 5]

10 Ch. [23.] Il suppose que les corps A et B, C, allant en lignes parallèles entre elles choquent en même temps le solide inébranlable HL et que la quantité de mouvement de C, soit égale à celles d'A et B. Il y aura encor équilibre. Et de même si sans le corps inébranlable, ils se choquoient immédiatement (+ mais alors A et C reflechiront tout autrement, que si HL estoit interposé +). Donc il en sera de même, si on adjoute de plus [un] certain mouvement du plan sur le quel ils sont. Il raisonne de même s'il y avoit

4–7 Am Rand: NB

1 si (1) après le point de (2) dans L 2 rencontre (1) se cedent (2) se L 3 rigides (1),
composées (2) | entrelacés streicht Hrsg. | de parties élastiques (3) | qui font la masse erg. | , entrelassés
L 6 leur L ändert Hrsg. 8 21. L ändert Hrsg. 8 rapporte (1) les centres de masse
(2) les L 9 connus L ändert Hrsg. 10 22. L ändert Hrsg. 10 C, (1) rencontrent (2)
allant L 11 inébranlable erg. L 15 un erg. Hrsg.

8f. *propriétés [...] droite*: a.a.O., S. 75. [Fig. 5]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 2, Fig. 33.
10 suppose [...] B: a.a.O., S. 78.

plusieurs tels chocs à la fois sur un même solide *HLNM*. Car on pourra toujours les reduire à *l'équilibre*, en retirant le lieu où sont ces corps du sens contraire aux plus forts. (+ L'auteur reduit le cas proposé à l'équilibre, en donnant au lieu un sens contraire un mouvement du centre de gravité. +) (+ L'auteur parle comme si par le moyen du choc que font les corps sur un plan rigide entre eux, il expliquoit le choc des corps sur des parallèles, mais cela n'est point, car la reflexion se fait tout autrement. +) (+ Comme il n'avoit pas un principe bien seur dans sa division des instans[,] il n'a pas osé l'appliquer à des concours des corps hors d'une même ligne droite. C'est qu'il ne sçavoit pas mon principe de la loy des continuités. +) [214 r°]

5

Parent *Elemens de Mecanique* seconde partie

10

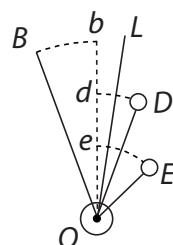
Ch. 1. Du choc des corps mûs à l'entour *d'un point fixe, sur une même circonference*. C'est tout comme s'ils estoient sur une même ligne droite. (+ Il ne le prouve point. Mais c'est qu'on peut reduire ces chocs à des chocs droits differens des circulaires aussi peu que l'on voudra. Les corps aussi estant incomparablement petits à comparaison des rayons, paroissent choquer sur une même droite aux spectateurs qui seroient sur ces corps. [+])

15

Ch. 2. L'auteur le trouve encor comme des chocs droits en se servant d'un rayon auxiliaire *pour reduire ce choc à l'équilibre*.

1f. toujours les (1) retirer (2) reduire L 2 l'équilibre, (1) en adjointant un mouvement du coste du plus fort (2) en retirant L 7 pas un | bon *gestr.* | principe L 14 estant (1) petits (2) d (3) inco (4) i (5) incomparablement L 17-S. 814.1 l'équilibre. (1) Si on a (2) Supposant comme un centre de masses à l'imitation des (a) droit (b) chocs droits, c'est à dire que les arcs (3) Quand même ces corps n'iroient pas sur la même circonference mais sur des arcs concentriques. Et il s'imagine encor à leur imitations un centre de masse, c'est à dire en sorte que les quantites des mouvemens circulaires soyent (4) | Si les corps *streicht Hrsg.* | (a) alloit (b) | alloient *streicht Hrsg.* | choquer le rayon qui passe par ce centre (5) Ch. 3. L

2 l'équilibre [...] forts: a.a.O., chap. XXIV, S. 80f. 8f. mon [...] continuités: Siehe G. W. LEIBNIZ, *Extrait d'une lettre de M. L. sur un principe général, Nouvelles de la République des lettres*, Juli 1687, S. 744–753, sowie DERS., *Principium quoddam generale, LSB VI*, 4 N. 371, S. 2031–2039.
 11 d'un point [...] circonference: PARENT, *Élémens*, S. 83. 17 pour reduire [...] l'équilibre: a.a.O., S. 84.



[Fig. 6]

Ch. 3. Quand ces corps ne vont pas sur la même circonference, mais sur des circonference eccentriques, il ne se sert plus des arcs mais des secteurs. Par exemple supposant que les corps B , D , E , soyent attachés à des rayons solides OB , OD , OE , mobiles dans un même plan, à l'entour du centre O . Et qu'ils aillent se choquer par le moyen de leur rayons, au rayon $Oebd$; il dit qu'à fin qu'ils fassent equilibre il faut que la somme des secteurs de mouvement, multipliés chacun par son mobile, soyent égales de part et d'autre. Ainsi $BOb.B$ sera égal ici à $DOd.D + EOe.E$. (+ Il n'en rend aucune raison et il semble fort qu'il faudroit plutost prendre les arcs, et faire $Bb.B = Dd.D + Ee.E$. Mais la véritable raison est, que le corps B , fait plus non seulement s'il choque dans un arc plus grand, comme Bb , mais aussi parce qu'il choque dans un endroit plus éloigné du centre O , comme b . Pour proceder par ordre, il auroit fa[ll]u distinguer les centres des arcs Bb , et le centre du rayon dans lequel se fait le choc, qui pourroient estre differens. Même il se pourroit que le mouvement de B fut à l'entour d'un centre, et celuy du moment d , à l'entour d'un autre. Item qu'il se melât un corps qui allât choquer en même temps par un choc droit. Ainsi la vraye regle est de multiplier la vitesse du choc, par la distance du centre du choc, ou la distance du corps qui choque par la distance du corps choqué. On

15 Am Rand: NB

4 plan, (1) sur (2) à L 6 multipliés (1) par (2) chacun L 8 fort erg. L 8 arcs, (1) | et streicht Hrsg. | dire (2) et faire L 9 s'il (1) vient avec un ar (2) choque L 10 qu'il (1) vient avec un ar (2) choque dans un L 11 falu L ändert Hrsg. 11f. distinguer (1) les ar (2) les centres des arcs Bb , et (a) les centres (b) le centre L 12f. Même (1) les mo (2) il se L 13f. d , à l'entour d'un (1) autre. Item (a) que le choc se fit (b) soit que le (c) qu'il survint (d) le rayon dans l' (2) autre. L 15 multiplier (1) le choc (2) la vitesse L

[Fig. 6]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 3, Fig. 36.

voit aussi par là quand on compare des secteurs de differens cercles ce n'est plus comme la comparaison des angles. [+] Après cela posé, l'auteur appelle ce rayon d'équilibre, sur lequel le choc se fait avec équilibre; *Rayon de Masse*. Si ces corps *B, D, E* n'estoient pas à l'équilibre, le rayon de masse avanceroit, et si on y attachoit les corps *B, D, E*, en *b, d, e*, pour aller avec ce rayon, ils feroient autant sur le rayon *OL* qu'ils rencontreroient, que feroient ces corps venant tous ensemble mais à part et sur leur[s] propres rayons *OB, OD, OE*, rencontrer ce Rayon *OL*. (+ Il falloit plustost appeller Rayon d'équivalence. +) Après l'auteur determine les choses à l'imitation des chocs droits. (+ Il auroit encor pû appliquer les chocs droits à un rayon. [+])

Ch. 7. Il fait choquer directement les corps *B, D, E*, contre le rayon *Oedb*, mais il dit, qu'on peut imaginer que sur la fin ces lignes droites des chocs directs soient des portions de cercle infiniment petites[,] mais cela suppose que les vitesse soient comme ces distances et alors tout se fait comme dans les chocs circulaires susdits. Mais ce n'est qu'un cas fort singulier.

C. 8. Il parle de plusieurs *rayons solides entre eux* (+ c'est à dire ayant une connexion rigide +) *mobiles* ensemble à l'entour d'un point *O*, estant choqués à la fois par plusieurs corps directement ou circulairement.

Du centre de force. Soient plusieurs corps *G, H, R*, dont les *vitesse lineaires* (+ c'est à dire non angulaires, ou non sur un rayon mobile à l'entour d'un centre +) soient *paralleles* entre elles, *joignant ces corps G, H et faisant comme la force libre de G* (+ effort +) *à celle de H, ainsi HQ, à GQ puis joignant QR, et faisant comme la somme des forces libres de G et H, à la force libre du corps R ainsi RS à SQ, le point S, sera le centre de force.* Qu'on mene *par S, une droite ou plan quelconque pst et supposant les vitesse*

2 l'auteur (1) s'imagine aussi un point (2) appelle *L* 2 d'équilibre, (1) Rayon (2) sur *L*
 3 *Masse.* (1) Si plusieurs corps (2) Si plusieurs corps estoient attachés (3) Si ces corps (a) n'estoient
 pas à l'équilibre (b) *B, L 4 E*, (1) pour (2) en *L 5 OL erg. L 6 à part* (1) rencontrer
 ce rayon (2) et sur | leur ändert Hrsg. | propres *L 10 ch. (1) 8. (2) 9. (3) 7. L 11* lignes
 (1) directes (2) droites *L 12* petites (1) en cherchant un point *O* (2) mais *L 13* Mais (1) ce ne
 s (2) ce *L 16 O*, (1) et choquans ainsi quelque chose ou (2) estant choqués *L 20 corps G, H*
 (1) et coupant *GH* en *Q* (2) et *L 22 G et H* (1) à la somme (2) à *L 23 une* | une streicht
Hrsg. | droite L 23 pst et (1) supposé (2) supposant L

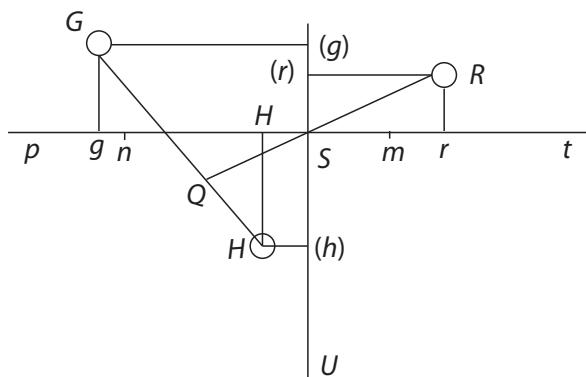
3 *Rayon de Masse:* a.a.O., S. 88.

10–14 Il fait [...] singulier: a.a.O., S. 100–102.

15f. *rayons [...] mobiles:* a.a.O., S. 102.

18 *Du centre de force:* a.a.O., S. 104.

18–S. 816.7 *vitesse lineaires [...] équilibre S:* a.a.O., S. 104–106.



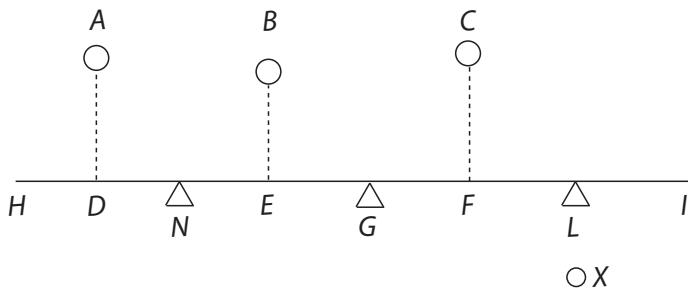
[Fig. 7]

des C. 9. corps G , H , R determinées à agir toutes en même sens, selon les perpendiculaires Gg , Hh , Rr ; et menant encor par S la parallele à ces directions SU et abaissant sur elle les perpendiculaires $G(g)$, $H(h)$, $R(r)$ (+ je me sers des notes H , h , (h) car l'auteur prend H , q , n +) on verra par ce qu'on a dit du centre de masse (+ gravité +) que la somme des momens de Sg par la force de G , et Hh par la force de H , sera égale au moment de Sr par la force de R . En sorte que si H estoit de l'autre costé de pt à l'égard de G et R on suppose G , R , pousser les points g , r , et H tirer le point h , il y aura équilibre S . (+ Il faut que H tire, à fin que tous trois points tendent du même costé. Et il faut s'imaginer que la ligne pt soit rigide mobile à l'entour du point S . L'auteur dit que ce centre de force est ce qu'on appelloit autres fois centre de percussion; et que si on applique une force contraire égale en S , supposant la connexion des corps en S , on les y arreste. Aussi est ce là, où ils agissent avec tout leur effort.

1 corps (1) G , R (2) G , H , R L 2 par S (1) la parallele (2) la (a) droi (b) parallele L 3 notes
 (1) R , r , (r) , car l'auteur prend (2) H , h , (h) L 5 égale (1) à la force (2) au moment L 6 pt
 (1) que (2) à L 7f. équilibre S . (1) (+ Cela me paroist obscur (2) (+ Il faut L 8 tous
 (1) tendent (2) trois L 9 soit (1) mobile (2) rigide L 11 égale erg. L 12 avec (1) toute
 leur force (2) tout L

[Fig. 7]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 3, Fig. 41. 9f. L'auteur [...] percussion: a.a.O., S. 110; siehe auch J. WALLIS, *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, Prop. XV S. 677–682 (WO I, S. 1012–1015) und E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673, Seconde partie, Prop. XIV, S. 267–271.

Ch. [11.] Si les corps G , R , (omettant H , comme s'il n'y estoit point) choquoient la verge pt , en g , et r , et que le point S , estoit le centre de percussion, et qu'il y eût là un appuy, tout de même seroit en equilibre. S'il y avoit deux appuis, S et m , l'appuy m seroit inutile, tout estant soutenu en s . Mais si les deux appuis estoient m et n pour scâvoir combien un des appuis, par exemple n , est chargé, on le peut considerer comme une puissance qui doit soutenir le choc des corps G , R , en g et r , lors qu'ils font effort de mouvoir centralement la verge pt , à l'entour de m (+ quoique icy le corps R le charge negativement, c'est à dire il l'aide +), l'auteur conclut que les efforts que portent les appuis m et n , sont entre eux comme Sn à Sm , c'est à dire reciproquement.



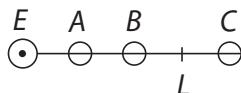
[Fig. 8]

Si $A \cdot AD \cdot DG + B \cdot BE \cdot EG = C \cdot CF \cdot FG$ supposé que les distances des corps de la 10 verge HI representent les vistesses du choc, alors G est le point d'équilibre d'effort, ou le centre de percussion. Que si au lieu de cela il y avoit deux appuis L et N et qu'on voulut scâvoir combien l'appuy est chargé il faut considerer la verge HI mobile sur N , et poussée par A , B , C , selon leur[s] directions et combien il faudroit qu'un corps en Q eut d'effort pour y resister. Cet effort doit estre $-A \cdot AD \cdot DN + B \cdot BE \cdot EN + C \cdot CF \cdot FN$. Si le corps 15

1 9. *L ändert Hrsg.* 1 corps (1) G , H (2) G , R , L 2 percussion, (1) il est clair que tout leur (2) et (a) qu'il (b) qu'il L 3 équilibre. (1) Mais si l'app (2) S'il y avoit deux appuis, (a) m , n , hors de S (b) S L 4 et n (1) on peut s'imaginer (2) pour L 9f. reciproquement. (1) (+ Il ne dit p (2) L'effort même (a) est (b) sur n est (3) L'effort sur l'appuy n est (a) G . (b) Gg (c) G . en vitesse de G . en $gm - R$, en vitesse de R . en rm ce qui seroit égal à n . en vitesse de N . en nm supposant que n au lieu d'appuy soit un un corps agissant d'un effort contraire pour soutenir ce que l'appuy (4) Si L 14 leur $L ändert Hrsg.$

1-S. 818.7 Si [...] force: PARENT, *Élémens*, S. 114–117. [Fig. 8]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 3, Fig. 43.

resistant estoit X il y auroit $X \cdot XL \cdot LN$. Et $X \cdot XL$ effort du corps en luy même, est $-A \cdot AD \cdot DN + B \cdot BE \cdot EN + C \cdot CF \cdot FN : LN$. Mais $-A \cdot AD \cdot DN + B \cdot BE \cdot EN + C \cdot CF \cdot FN$ est $= A \cdot AD + B \cdot BE + C \cdot CF, GN$, par la nature du centre de force ou de percussion. Donc nous aurons $A \cdot AD + B \cdot BE + C \cdot CF, GN : LN$. C'est ce que souffre l'appuy L ; 5 c'est pourquoi pour sçavoir ce qui souffre l'appuy N , on n'a qu'à mettre GL au lieu de GN . La somme des deux efforts que souffrent L et N , est la même que celle que souffre l'appuy G , c'est à dire le centre de force. (+ Que dirons nous s'il y avoit trois appuis ? En N, L, I . Je diray que l'appuy N sera chargé, comme si l'appuy I n'y estoit pas ; et de même l'appuy I comme si l'appuy N n'y estoit pas. Mais comment sera chargé l'appuy 10 L ? Qui est au milieu. On dira que non. Mais c'est une erreur puisqu'il faut bien qu'il souffre, N , ne souffrant qu'autant que L soutient. Ainsi tous ces raisonnemens ne sont point solides. Ce que souffrent les appuis est toute autre chose. Car c'est une force vive, sçavoir toute la compression faite par le choc et par consequent elle a de tout autres loix. Mais autre chose est, quand au lieu des appuis on prend des corps choquans contraires. 15 Mais il en faudroit considerer aussi la compression. +) [214 v°]



[Fig. 9]

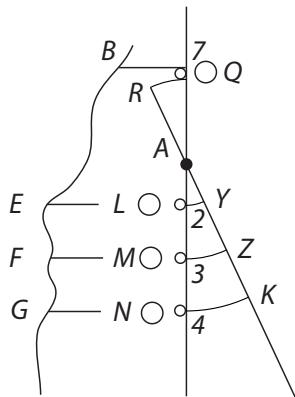
Ch. 12. *Centre virtuel de force.* Supposons que les corps A, B, C , choquent le rayon EL mobile à l'entour du centre fixe E , et le point L soit tel, que sa vitesse circulaire qu'il aura après le choc à l'entour estant donnée à toute la masse des corps ce *moment total sera égal à la somme des momens* de tous les *corps après le choc*. (+ Est ce le centre de force futur ? +) Il donne la règle pour le trouver, mais il y a fautes d'impression non corrigées qui rendent le tout obscur.

4 $GN : LN$. (1) et à l'égard de l'appuy L ce qui souffre (2) C'est L 8 I . (1) Il semble (2) Je diray L 8 pas; (1) à l'égard des chocs qui tombent entre N et L , mais (2) et de L 10 erreur (1) puisque (2) puisqu'il L 12 solides. (1) le veritables [!] (2) Ce L 16 force. (1) Le point C (2) Supposons L 17 E , et (1) que (2) le L 17 circulaire erg. L 18 à l'entour erg. L 19 momens (1) après le choc (2) de L

[Fig. 9]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 3, Fig. 44. 16 *Centre virtuel de force:* a.a.O., S. 117. 18f. *moment [...] choc:* a.a.O., S. 118. 20 Il donne [...] trouver: a.a.O., S. 118.

Ch. 13. *Des chocs dans tous les points d'un corps.* Un corps se mouvant parall[eme]nt, c'est à dire en sorte que toutes les parti[e]s se meuvent avec des [vitesses] directes et égales, alors le centre de Masse et le centre de force sont les mêmes. Si un plan se meut en sorte qu'un point fixe dans ce plan[,] procede par une ligne courbe toujours perpendiculaire à ce plan les autres points allant inégalement vite, mais toujours 5 parallèlement entre eux; elle a un centre de force (+ les lignes descrites ne sont point parallèles entre elles, mais les directions des points sont toujours parallèles +) qui sera alors différent du centre de masse, si le corps ne rencontre un obstacle hors du chemin de son centre de masse, il fait effort de tourner à l'entour du point qu'il rencontre.

Ch. 14. Du centre de temps. Les corps L, M, N, Q vont de 2, 3, 4, 7 en Y, Z, K, R par des arcs decrits à l'entour du centre A , scâvoir $2Y, 3Z, 4K, 7R$ dans les temps representés par les ordonnées $2E, 3F, 4G$, ainsi ces temps estant inégaux, les corps sont libres dans ce mouvement. Concevons maintenant que les corps L, M, N, Q , choquent les



[Fig. 10]

1 13. (1) Tout corps (2) Des chocs L 1f. parallelant L ändert Hrsg. 2 les | partis ändert Hrsg.
nach Vorlage | se L 2f. des | parties ändert Hrsg. nach Vorlage | directes L 3f. Si (1) le corps
(2) un plan L 4 dans ce (1) corps (2) plan L 4f. toujours (1) parallele (2) perpendiculaire
 L 8 rencontre (1) point (2) un obstacle L 10 Q | attachés à (1) 7A234 (2) la verge 7A234
erg. u. gestr. | vont L 11 par des [...] 4K, 7R erg. L 13 mouvement. (1) Soit 3F le temps,
(2) Concevons L

1 Des chocs [...] corps: a.a.O., S. 119. 2-9 toutes les [...] centre de masse: a.a.O., S. 119.
10-13 Du centre [...] mouvement: a.a.O., S. 122. 13-S. 820.4 Concevons [...] temps: a.a.O., S. 123.
[Fig. 10]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 3, Fig. 46.

les corps 2, 3, 4, 7 (egaux à L, M, N, Q) que le rayon solide 74 porte, pour les faire arriver avec leur rayon à la situation RAK, dans un certain temps qui soit par exemple 3F. Alors on appellera 3 le centre de temps. Si le temps de pas un des corps y repondoit, il n'y auroit point de centre de temps. (+ Mais lors qu'il y a une infinite de mobiles comme si le rayon même estoit le corps d'inegale grosseur, il y auroit toujours le Centre de temps. +) Il peut y avoir plusieurs centres de temps à la fois, lors que plusieurs corps arrivent en même temps. Si les corps choquans ont des vistesses égales et sont proportion[n]els aux corps choqués[,] item si les corps choquans n'ont ny l'un ny l'autre et doivent cependant donner des vistesses égales aux corps choqués; le centre des temps est aussi le centre de force du tout après le choc. Généralement le centre de temps est le même que ce qu'on a appellé dans la pesanteur le centre d'oscillation.

Ch. 15 Une des experiences qui me semble faire connoistre plus à fonds la nature de la pesanteur, est celle qui fait voir que le centre de temps (+ centre d'oscillation [+]) est le même que le centre de Force (+ centre de percussion +). (+ C'est Monsieur Mariotte qui a déjà monstré que le centre de percussion est le même avec le centre d'oscillation que M. Hugens avoit expliqué. Je ne voy pas que cela serve beaucoup à faire connoistre la nature de la pesanteur. On peut connoistre ces choses par démonstration indépendamment de l'expérience supposant seulement l'accélération uniforme. +) On explique les vistesses égales des corps pesans au commencement de leur descente, en supposant que les corps qui les choquent leur sont proportionnels et ont chacun une même vitesse (par le chap. précédent) et c'est ce qu'on comprend de la matière fluide, dont toujours un volume proportionnel est appliqué au corps (+ on peut supposer que ceux qui sont plus rares sont plus percés à jour [+]) et dont la vitesse est toujours la même. L'auteur conclut que les propriétés de la pesanteur ont été connues par l'expérience mais doute qu'on peut dire que la cause en a été ignorée jusqu'ici.

1f. arriver (1) à la situa (2) avec $L = 3$ temps. (1) Si pas un des co (2) Si $L = 7$ choquans (1) | sont proportionnels streicht Hrsg. | (2) ont $L = 7$ proportionnels L ändert Hrsg. 8 doivent (1) neantmoins (2) cependant $L = 14$ même que (1) celuy (2) le centre $L = 19$ explique (1) toute (2) les vistesses $L = 21$ f. dont (1) la viste (2) toujours $L = 24$ propriétés (1) des corps ont (2) de L

7–9 Si [...] choqués: a.a.O., S. 124.

9f. le centre des temps [...] choc: a.a.O., S. 127.

10f. centre [...] d'oscillation: a.a.O., S. 127.

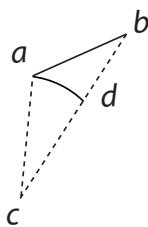
12f. Une des [...] centre de temps: a.a.O., S. 127.

14–16 C'est [...] expliqué: MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Seconde partie, Prop. XIX, S. 288–[291]; C. HUYGENS, *Horologium Oscillatorium*, Paris 1673, Pars IV, S. 91–156 (HO XVIII, S. 242–359).

18–25 On explique [...] jusqu'ici: PARENT, *Élémens*, S. 130f. mit Auslassung.

Ch. 17. Il est dit à la fin de ce chapitre : qu'on peut demander *plusieurs questions curieuses*, comme par exemple *le rayon de la developpée qui est isochrone à toute la ligne parcourue, en sorte que le point O de la developpée seroit un centre et OG (le fil produit jusqu'à la ligne decrite par le développement) un rayon d'une nouvelle espece.* (+ Je crois qu'il veut dire dont le centre change. +) *De plus quelle est la ligne entre deux points donnés dont le rayon d'oscillation est le plus court. On a déjà déterminé que c'est la Cycloïde[,] pag. 140. (+ où ? +)*

Troisième partie chap. 1. *Des mouvemens et des forces relatives et derivées.* L'auteur prend pour accordé que les courbes ne sont que des lignes droites infiniment petites, et que le corps tend toujours en ligne droite, à moins qu'il en soit détourné continuellement. 10



[Fig. 11]

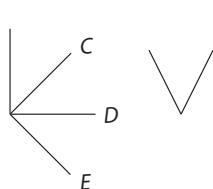
Un point allant d'*a* en *b*, s'éloigne d'*a* de la quantité *ab*, qu'on peut appeler son mouvement positif, mais si on tire du point *c* les droites *ca*, *cb*, et que du centre *c* on décrit l'arc *ad*, coupant *cb* en *d*, on voit que le mobile s'est éloigné de *c*, de la quantité *db*, et qu'il a aussi décrit l'arc *ad*, à l'entour de *c*. Et *ab* étant infiniment petite, ou élément d'une courbe, l'arc *ad* ne différera point de la droite. 15

Ch. 3. Il n'y a que *deux cas où les forces derivées sont les mêmes que les composantes.* C'est lors que le parallélogramme des forces composées devient un rectangle, ou les trois directions font un parallélépipède rectangle. Car quoique deux corps soient capables de donner à un troisième chacun séparément sa vitesse, il ne faut point imaginer qu'ils les lui donnent aussi conjointement. *Car si on me dit qu'il satisfait par là, à ce que lui de-* 20

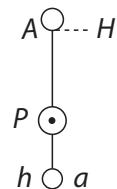
2 *rayon de* (1) l'isochrone (2) la *L* 3 *que* (1) *O* seroit (2) le *L* 11 *ab* (1) mais on pe
(2) qu'on peut *L* 18 quoique (1) le corps *A* soit (2) deux *L* 19 troisième (1) deux vitesses
(2) chacun séparément sa vitesse *L*

1-7 *plusieurs [...] Cycloïde:* a.a.O., S. 140. 8 *Des [...] derivées:* a.a.O., S. 148. 8-15 L'auteur
[...] droite: a.a.O., S. 149-151. 16-S. 822.2 *deux [...] choc:* a.a.O., S. 158 mit Auslassungen.

mandent tous ces corps joint ensemble, je dis que les corps ne demandent que ce qu'ordonnent les loix du choc, les quelles ordonnent autre chose. Ces directions perpendiculaires entre elles ne s'aident ou ne se diminuent point comme font les l'obliques, l'oblique aigue aide, l'obtuse diminue. (+ Verum, car l'aigue aide à éloigner du sens opposé; et 5 l'obtuse porte à l'opposé. [+]) (+ Et cette oblique AC peut estre resolue de nouveau en celle qui aide purement, c'est à dire qui est parallele, et en celle qui n'aide point du tout, ou qui est perpendiculaire. +)



[Fig. 12, gestr.]



[Fig. 13]

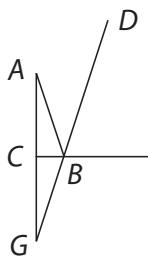
Ch. 5. Du mouvement circulaire. Si une verge Aa , tourne à l'entour d'un pivot, comme P , et porte les corps A, a en sorte, que PA soit à Pa comme a à A , en sorte que 10 les forces sont égales (+ efforts égaux +) et qu'on pose que la verge échappe au pivot (en descendant par exemple si ce piv[ot] avoit la pointe en bas) le tour à l'entour du point P , dans Aa , qui repondoit auparavant au pivot, ne laisseroit pas de continuer de même. Mais si ces efforts $A \cdot AP$, et $a \cdot ap$ sont inégaux; et qu'ils tournent à l'entour du pivot 15 P , et que la verge avec ces corps échappe par après au pivot, la question est à l'entour de quel centre ces corps doivent tourner et avec quelle vitesse. [(+] L'auteur l'explique d'une manière qui n'est pas intelligible. Est ce que leur force des que la verge est devenue libre, doit estre à l'entour de leur centre de gravité [?] Ita videtur. A tachera d'aller le

15 Zwischen [Fig. 13] und dem Text: NB

2 quelles ordonnent (1) autres (2) autre chose. (a) Deux (b) Ces L 5 AC erg. L 5f. nouveau en (1) celle (a) qui (b) qui est la même (2) celle qui aide (a) entièrement (b) purement L 6f. tout, (1) et (2) ou L 9 P , (1) et (2) et que (3) et porte L 10 les (1) efforts (2) forces L 11 pivot L ändert Hrsg. 11 bas) (1) il ne la (2) la (3) le L 14 question est (1) comme (2) à l'entour L 16 force (1) doit employées (2) des L

8–15 Si [...] vitesse: a.a.O., S. 163–165.

plus droit qu'il pourra, aussi tost que Aa sera libre, c'est à dire qu'il tachera d'aller vers H avec la vitesse qu'il a et a vers h aussi avec la sienne, mais l'un empêchant l'autre, ils obtiendront le plus s'ils tournent à l'entour de leur centre de gravité. +)



[Fig. 14]

Ch. 6. Pour appliquer la reflexion du plan, à la courbe, il suppose que le plan tangent et la courbe, ont une partie commune. (+ Mais Euclide dit qu'ils n'ont qu'un point commun. Ainsi ce raisonnement est susceptible de difficultés, il faut se servir du mien, de la loy de la continuité, où les polygones vont évanouir dans les courbes. +) Il est remarquable que toutes les réflechies BD , du plan CB , quel point que soit B , concourent toutes au point G , qu'on peut appeler lieu virtuel de la reflexion. Quant aux courbes il est vulgairement connu, qu'il n'y a que le premier hyperboloid ou paraboloid qui 10 donnent un tel lieu virtuel.

Plusieurs ont pris pour un principe incontestable de Metaphysique qu'un corps qui va à un autre par reflexion le doit faire par le chemin ou dans le temps le plus court. Mais dans une Ellipsoïde, on trouve que sur la convexe c'est dans le temps le plus court, sur la concave, dans le temps le plus long. Cela peut servir à déprevenir ceux qui prétendent 15 établir les loix de nature sur les pures lumières de leur entendement. (+ Il est aussi à répondre, 1° qu'on ne l'a pris que comme une hypothèse qui a réussi, et qu'il falloit

7 mien, (1) de la (2) de ma (3) de la L 10 vulgairement *erg. L* 13 faire (1) pour (2) par le chemin (a) le plus court (b) ou L 14f. *court*, sur la (1) convexe (2) concave, L 17 et (1) qu'on (2) que (3) c'était nécessaire sur les plans (4) qu'il L

5f. Euclide [...] commun: Diese Aussage ist bei Euklid nicht nachweisbar. Leibniz meint wohl ARCHIMEDES, *De conoidibus et sphaeroidibus*, Prop. XVI. 6f. il faut [...] courbes: Vgl. G. W. LEIBNIZ, *Extrait d'une lettre de M. L. sur un principe général*, sowie DERS., *Principium quoddam generale*. 9–11 point G [...] virtuel: PARENT, *Élémens*, S. 170. 12–15 Plusieurs [...] long: a.a.O., S. 170f. mit Auslassung. 15f. servir [...] entendement: a.a.O., S. 170.

l'establier sur les plans, comme c'est en effet une hypothese heureuse, que les mouvements [215 r°] circulaires ont leur direction dans les tangentes[,] et enfin, encor absolument dans les courbes mêmes une maniere de principe a lieu, c'est que la ligne est la [plus] determinée, ou l'unique. [+])

5 Ch. 9. Si plusieurs corps viennent de tous costés se rendre au point O , et que, P soit leur centre de gravite, dont la route soit PO ; cette droite PO sera tousjours la plus grande. Et l'effort total des corps estant leur somme par PO , il est manifeste, que PO est celle par laquelle cette somme devient la plus grande. Je n'ay pas le loisir d'achever tous ces chapitres comme j'ay commencé.

10 Ch. 13. L'auteur remarque, que si la matiere est homogene, le centre de masse garde toujours sa route et sa vitesse et si les premiers corps de l'univers sont homogenes le centre du monde n'aura point changé son mouvement. Les forces relatives ou derivées se conservent encor. Mais les forces positives ne se conservent point. On les peut augmenter à l'infini par les chocs obliques; mais elle se diminue dans les chocs des corps à ressort imparfait.

15 Part. 4. Ch. 3. Il promet un traité des hydrauliques.

Ch. 4. Il est difficile de mesurer les forces accidentelles par les permanentes comme les poids des animaux, car tout corps choquant un poids de grandeur quelconque, l'eleva tant soit peu. C'est pour cela, qu'on pourroit faire choquer un corps en mouvement contre un marbre poli ou collé contre un autre marbre, ou faire casser quelque corps inflexible.

20 Ch. 7. Traitant des corps flexibles non extendibles, et disant que la somme des elemens de la courbe multipliés par la distance de l'axe ou de la base plustost de la courbe, divisée par la somme des poids, c'est à dire par la courbe même, fasse un plus grand, je laisse cela, dit il, aux combinaisons integrales des Algebristes. (+ Quid hoc? 25 Comme si cela estoit des combinaisons. +) Il y a là une courbe qu'il veut estre la parabole. Il ne paroist pas bien determiner la velaire ny les autres. Il semble qu'il va à tastons.

1 que les (1) courbes (2) mouvements L 2 enfin, (1) qu'il faut (2) encor L 3 plus gestr. L , wieder gültig gemacht Hrsg. 11f. homogenes (1) leur centre n'aura p (2) le centre du monde L

13 forces (1) absolues (2) positives L 14 obliques; (1) mais on les pe (2) mais L 14 dans les (1) corps (2) chocs (a) à ress (b) des L 22 elemens de (1) l'axe (2) la courbe L 22 base (1) de la (2) plustost L 23 courbe (1) (chainette) fasse un plus grand (2), divisée L

5f. Si [...] soit PO : a.a.O., S. 178. 10–13 L'auteur [...] point: a.a.O., S. 199f. 13–15 On

[...] imparfait: a.a.O., S. 203. 16 Part. 4. Ch. 3. [...] hydrauliques: Eigentlich chap. II, S. 290.

17–20 Il [...] inflexible: a.a.O., S. 314f. mit Auslassungen. 21–24 disant que [...] Algebristes: a.a.O., S 350.

C. 8. Les corps extendibles avant que de se desunir *ne soutiennent que les mêmes poids de quelque longueur qu'ils soyent, avec cette difference seulement que leur extensions sont proportionnelles (+ plus c'est reciproquement proportionnelles [+]) à leur longeurs.*

Ch. 9. *De la situation d'une figure mue par un fluide dans un autre fluide* (forte de navi vento propulsa in aqua).
5

Ch. 10. eadem.

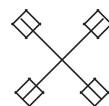
Ch. 11. *Proportion des poids des colonnes d'air[.]* où il se sert de l'*experience de M. Mariotte dans son Traité de l'Equilibre des liqueurs, que l'air se presse ou se dilate à proportions des poids dont il est chargé ou dechargé.* Methode de niveller, *avoir un niveau faux quelconque mais que sa faussete soit tousjours la même.* Niveller du premier 10 au second jalon, et du second au premier reciproquement, et prendre la moitie de la difference des deux coups de niveau depuis la terre pour la difference même des niveaux des lieux. *Cette maniere n'est sujette ny aux fautes des niveaux ny à la distance des lieux ny à la rondeur de la terre, ny à la connoissance de la temperature de l'air et expedie autant qu'aucune autre.* J'espere de donner un jour au public toutes ces sortes 15 de pratiques dans toute leur etendue.

C. 12. *Explication d'une machine qui sert à faire les experiences de toute sorte de percussions.* À quelque hauteur qu'on eleve des corps en pendule pourveu qu'elle n'excede pas 25 ou 30 degr[ez] ces corps lachés en même temps arrivent en même temps à la verticale. Le systeme de Galilée n'est veritable que sensiblement. Ou la pesanteur vient 20 des chocs ou elle nous est absolument inconnue. Or estant un effect du choc, elle depend des masses et de vistesses ou des masses et des espaces et non pas uniquement du temps, qui est une chose dont on peut se passer sans qu'il arrive du changement dans le monde. Que si par le temps on entend differentes multitudes des chocs, il faut donc prouver que les vistesses acquises sont entre elles comme les Multitudes avant que de pouvoir rien 25 conclure.

1 avant que de se desunir *erg. L* 2 soyent (1) avant que (2), avec cette *L* 10 même. (1) De do (2) Niveller *L* 18 en pendule *erg. L* 19 pas (1) 22 (2) 25 ou 30 *L* 19 degré *L* ändert Hrsg. nach Vorlage 25 pouvoir *erg. L*

1–3 Les corps [...] longeurs: a.a.O., S. 366. 4 *De la [...] autre fluide:* a.a.O., S. 369. 7 *Proportion [...] d'air:* a.a.O., S. 404. 7–9 *experience [...] ou dechargé:* a.a.O., S. 410; siehe E. MARIOTTE, *Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides*, Paris 1686. 9–16 *avoir [...] etendue:* PARENT, *Élémens*, S. 414 mit Auslassung. 17f. *Explication [...] percussions:* a.a.O., S. 414. 18–20 À quelque [...] verticale: a.a.O., S. 420. 20–26 Le systeme [...] conclure: a.a.O., S. 423.

Ch. 13. *Explication d'une Machine qui fait voir en même temps l'experience et la demonstration des loix du Mouvement.* Les poids y sont tirés par des poulies, mais a fin que ces poids aillent également, il faut que le poid fasse tourner en même temps un moulinet (wie an den bratenwendern) soit en augmentant ou diminuant le poids, ou 5 detournant ou diminuant les ailes du moulinet.



[Fig. 15]

Par cette machine on trouve [les] loix de l'*equilibre de tous les corps comme par la precedente*, 2^{do} on deduit *tous les chocs possibles du seul equilibre*, 3^o on reduit *tous les chocs possibles à l'equilibre.* (+ Ce n'est que pour deux corps, ma maniere en suspendant plusieurs corps d'une voute haute seroit plus parfaite. En les faisant decrire des cycloides 10 on seroit encor maistre du temps du concours. En les lachant ensemble, ils viendroient ensemble à l'horison. [+])

1 13. (1) Pour decouv (2) *Explication L* 4 bratenwendern) (1) pour arrester et en (2) soit L
6 la L ändert Hrsg. 8 maniere (1) dans (2) en L 8f. suspendant (1) des corps (2) plusieurs
corps (a) dans (b) d'une L

1–5 *Explication [...] moulinet:* a.a.O., S. 425. [Fig. 15]: tlw. Übernahme der Vorlage: a.a.O., Pl. 11, Fig. 154. 6–8 Par [...] *l'equilibre:* a.a.O., S. 426f.

772. REZENSION ZU A. PARENT, ÉLÉMENS DE MÉCHANIQUE ET DE PHYSIQUE
Juni 1701

Überlieferung:

E Rezension: *Acta Eruditorum*, Juni 1701, S. 252–256. Wie zu Leibnizens Zeiten üblich erschien die Rezension anonym.

[S. 252]

5

Élémens de méchanique et de physique, où l'on donne
Geometriquement les principes du choc et des equilibres entre toutes
sortes des corps, avec l'explication naturelle des machines
fondamentales, par M. Parent, de l'Academie Royale des Sciences.
i.e.
Elementa mechanicae et physicae,
quibus principia conflictus et aequilibrii in omni corporum genere
Geometrice traduntur, una cum explicatione naturali machinarum fundamentalium:
Autore Dn. Parent, e
Regia Scientiarum Academia.
Parisiis apud Flor. et Petr. Delaulne, 1700. 12.
Constant plag. 21, et fig. aen. plag. 4.
10
15

Quoniam Physica pendent ex Mechanicis seu ex motuum legibus, hinc Autor ingeniosus, explicans doctrinam percussionis corporum, librum censuit jure vocari *Elementa Mechanica et Physica*. Leges percussionis derivat ex principio concursus aequilibrium facientis cum aliis motibus compositi. Et ait se initio putasse, primo sibi istam methodum occur- 20 risse, sed postea comperisse, Hugenum, Wallisium et Mariottum eodem principio usos: quoniam tamen non satis omnibus innotuisse videatur, et ideo celebres autores principia peculiaria habeant, et inter se dissentiant, ideo sibi operae pretium visum hanc [S. 253] Methodum fusius exponere, et ad varia applicare. Multum quoque se debere ait Domini Renaut libro de gubernatione navis, et Mechanicae Domini De la Hire, sed maxime Do- 25

19f. Leges [...] compositi: A. PARENT, *Élémens de méchanique et de physique*, Paris 1700, Preface, S. [1].
20–24 Et ait [...] applicare: a.a.O., S. [3f]. 24–S. 828.1 Multum [...] merita: a.a.O., S. [4f.]. Siehe
B. RENAU D'ELIÇAGARAY, *Théorie de la manoeuvre des vaisseaux*, Paris 1688 und P. DE LA HIRE, *Traité
de mécanique*, Paris 1695.

mino Sauveur, cuius magna sint in Mechanicen et Physicam merita. Scripsisse se octo abhinc annis librum fundatum super principio parallelogrammorum, per quod explicuerit omnem doctrinam aequilibrii circa punctum fixum et centra gravitatis sed cum eum tractatum Domino Sauveur ostendisset, ut Academiae Regiae offerretur, hunc monuisse,
 5 jam Dominum Varignonum Mechanicen suam eidem principio inaedificasse. Itaque cum praeterea intellexisset, Patrem Lamy, et adhuc alios hanc inventionem sibi tribuere, ideo sese ab eo labore destitisse, et maluisse talia Mechanica deducere ex principio de maximis et minimis, gloria inventi aliis reicta, etsi non minus quam illi eam sibi tribuere posset, cum nec ipsi fuerint primi; praeterea principium parallelogrammorum non succedere pro
 10 concursibus liberis. Galilaei propositiones se omissose, quod sint in imaginatione ipsius unice fundatae, etsi pulchrae videantur et experientiis satis consentiant. Tempus enim, quo Galilaeus utatur in acceleratione corporum descendentium, esse rem imaginariam, qua possimus carere in ratiocinando.

Librum suum dividit in tres partes. Prima agit de motu et concursu rectilineo.
 15 Ibi cap. 4 definit tempus, quod sit effectus successivus et uniformis, stabilitus vel assumptus ad mensurandum quicquid est successivum. Ita spatium quod homo absolvat aequali passu, esse tempus, sic aquam ex clepsydra ejusdem semper altitudinis elapsam, esse tempus etc. Potentiam vel vim (force) definit cap. 5 statum praesentem motus corporis, comparatum statui tali alterius corporis. Hos status non posse differe, nisi respectu massae et celeritatis. Ex qua definitione inferre se posse putat, corpus duplo celerius altero
 20 aequali, esse etiam duplo fortius, praesertim quoniam in aequilibrio massa et celeritas se mutuo compensant, cap. 6. Ubi etiam putat, vim destrui in corporibus cum aequilibrio concurrentibus, nec perfecte elasticis. Ponit deinde 12 Axiomata (c. 8) iisque in supplemento septem alia adjungit quanquam fortasse ad pauciora multo reduci possent. Cap. 11
 25 explicans motus reciprocos, qui scilicet cuilibet corpori attribui possunt, statuit systemata Copernici et Tychonis coexistere, seu coincidere, etsi in eo maneat discrimen [S. 254] reale, quod in hypothesi Tychonis Sol ingreditur in orbitam Martis, in Copernicana vero nihil tale contingit, ut Mars veniat in locum, ubi aliquando Sol fuit. Nimirum phaenomena

1–10 Scripsisse [...] liberis: PARENT, *Élémens*, S. [7f]. 5 jam [...] inaedificasse: P. DE VARIGNON, *Projet d'une nouvelle méchanique*, Paris 1687. 10–13 Galilaei [...] ratiocinando: PARENT, *Élémens*, S. [8f.]. 14 in tres partes: Parents Werk hat eigentlich vier Teile. 15–18 Ibi cap. 4 [...] etc.: PARENT, *Élémens*, S. 9–11. 18–20 Potentiam [...] celeritatis: a.a.O., S. 11–15. 20–23 Ex qua [...] elasticis: a.a.O., S. 15–19. 23f. Ponit [...] possent: a.a.O., S. 22–24. 24–26 Cap. 11 [...] coincidere: a.a.O., S. 33–37. 27f. in hypothesi [...] Sol fuit: T. BRAHE, *De mundi aetherei recentioris phaenomenis Liber secundus*, Prag 1603, hier S. 185–201; N. KOPERNIKUS, *De revolutionibus*, Nürnberg 1543, Lib. I cap. X, fol. 7 v^o–10 r^o.

ostendunt, Martem interdum nobis esse propiorem, quam est Sol. Reliquis hujus partis capitibus examinat casus concursuum rectilineorum tam cum, quam sine oppositione inter corpora mollia, semidura seu semielasticā, et perfecte elasticā. In quibus non dissentit quoad conclusiones ab iis, quae Mariottus aliique dedere. Vim ictus aestimat a concursu cum aequilibrio, et ita definit c. 17, ut si *A* et *B* cum aequilibrio concurrat in *D*, sit vis ictus factum ex *A* in *AD*, vel ex *B* in *BD*. Vim relativam quidem agnoscit manere eandem, sed c. 16 et 18 defendit, vim absolutam crescere vel diminui per concursum. Agnoscit etiam, si corpora sint homogenea, centrum gravitatis suam celeritatem et directionem non mutare, mutare tamen eam in heterogeneis; hinc ut utramque una regula complectetur, ideo in *Diario Eruditorum Parisino* 4 Maii 1699 hanc proposuerat: in omnibus 10 concursibus in eadem recta corpora conservant legem aequilibrii respectu puncti immensitatis, quod movetur eadem celeritate post ictum, qua ante ictum ibat centrum commune massae. Sed ne hic quidem explicit, quid intelligatur per punctum immensitatis, etsi regulam repeatat sub finem capitū 20.

Parte secunda agitur de concursu corporum, quae circulari motu feruntur, ubi 15 eodem fere modo, ut in rectilineis concursibus, procedit. Radium massae vocat cap. 2, in quo corpora concurrerent cum aequilibrio: hinc radii hujus celeritatem non mutari. Inde cap. 9 agit de centro virium, quod Mariottus et alii appellarent centrum percussionis; quemadmodum c. 14 centrum temporis vocat appellatione generaliore, quod Huguenius

1–3 Reliquis [...] elastica: PARENT, *Élémens*, chap. XII–XXIV, S. 37–82. 3f. In quibus [...] dedere: E. MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Paris 1673; J. WALLIS, „A summary account [...] of the general laws of motion“, *PT* III (1668–1669), Januar 1669, S. 864–866; DERS., *Mechanica*, London 1670–1671, Pars III, Cap. XI, S. 660–682 (*WO* I, S. 1002–1015) sowie Cap. XIII, S. 686–707 (*WO* I, S. 1018–1031); C. WREN, „Theory concerning the same subject“, *PT* III (1668–1669), Januar 1669, S. 867f.; C. HUYGENS, „Regles du mouvement dans la rencontre des corps“, *JS* (Pariser Ausgabe), 18. März 1669, S. 22–24 (*HO* XVI, S. 179–181). 4–6 Vim ictus [...] *BD*: PARENT, *Élémens*, S. 56–58. 6–9 Vim relativam [...] heterogeneis: a.a.O., S. 50–56 und S. 58–65. 10 in *Diario Eruditorum Parisino* 4 Maii 1699: A. PARENT, „Loy universelle pour quelque multitude de corps que ce soit“, *JS* (Pariser Ausgabe), 4. Mai 1699, S. 197–200. 14 etsi [...] 20: PARENT, *Élémens*, S. 68–73. 16f. Radium [...] mutari: a.a.O., S. 84–86. 17f. Inde [...] percussionis: a.a.O., S. 104–109; siehe MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Seconde partie, Prop. XIV, S. 267–271 und WALLIS, *Mechanica*, Pars III, Cap. XI, Prop. XV S. 677–682 (*WO* I, S. 1012–1015). 19 quemadmodum [...] generaliore: PARENT, *Élémens*, S. 122–127. 19–S. 830.1 quod [...] oscillationis: C. HUYGENS, *Horologium Oscillatorium*, Paris 1673, Pars IV, S. 91–156 (*HO* XVIII, S. 242–359).

ad gravitatem respiciens, vocaret centrum oscillationis. Putat autem et Autor cap. 15, naturam gravitatis ex hoc ipso valde illustrari, quod experientia ostendat, in oscillationibus idem esse centrum temporis et centrum percussionis seu virium; uti sane Mariottus ostenderat, centrum suum percussionis idem esse cum centro oscillationis vel agitationis Hugeniano. Et cap. 16 notat, centrum massae in corporibus gravibus cum centro gravitatis coincidere. Unde et de centris gravitatis[,] virium et temporis in variis figuris nonnihil tractat. Inde parte tertia transit ad motus obliquos, et compositos. Ubi notat, duos motus perpendiculares inter se composi[S. 255]tos id habere singulare, quod se mutuo nec juvant nec impediunt, cum acutum inter se angulum facientes sese adjuvent, at obtusum facientes sibi sint contrarii, cap. 4. Et eadem transfert ad motus circulares, cap. 5. Inde agit de reflexione corporis oblique incidentis cap. 6, et de variis corporum in idem incurvis, cap. 7 seqq. ubi rursus tuetur, centrum massae inter homogenea motum servare, et vires relatives manere, sed absolutas imminui aut crescere; sed non applicat huc punctum immensisatis, quo supra erat usus. Porro et cap. 18 agit de corporibus plicatilibus, qualia sunt catenae, aut funes, abstrahendo hoc loco ab eorum massa propria; ubi quoque agit de trochleis. Inde cap. 19 et 20 procedit ad vectes et rotas, et c. 21 ad plana inclinata, et c. 22 (quod est partis tertiae ultimum) de polyedro findente seu de cuneo agit.

Pars quarta destinata est corporibus fluidis inter se vel cum solido combinatis; ubi cap. 3 promittit Dominus Autor, se aliquando tractatum de Hydraulicis editurum. Notat cap. 1, concursus fluidorum hoc habere, quod sunt permanentes seu durabiles, cum solidorum concursus sint quasi instantanei. Hinc in fluidis operae pretium futurum est considerare, quantum ictus duret, et quod tanto major est quantitas agentis fluidi, quanto major velocitas. Ubi post alios notat, maximam velocitatem, quam grave in fluido per accelerationem acquirere possit, eam esse, qua fluidum sursum motum (ut in aquae jactibus) hoc grave sustineret. Attingit etiam aequilibrium liquorum cap. 5.

1–3 Putat [...] virium: PARENT, *Élémens*, S. 127–131. 3–5 Mariottus [...] Hugeniano: MARIOTTE, *Traité de la percussion*, Seconde partie, Prop. XIX, S. 288–[291]. 5f. Et cap. 16 [...] coincidere: PARENT, *Élémens*, S. 131–137. 6f. Unde [...] tractat: a.a.O., S. 138–140. 7–10 Ubi [...] cap. 4: a.a.O., S. 159–161. 10 Et [...] cap. 5: a.a.O., S. 161–166. 10f. Inde [...] cap. 6: a.a.O., S. 166–172. 11–13 cap. 7 [...] crescere: a.a.O., chap. VII, S. 172–174 und chap. XIII, S. 197–203. 14–16 Porro [...] trochleis: a.a.O., S. 223–238. 16 Inde [...] rotas: a.a.O., S. 238–248 und S. 248–258. 16 et [...] inclinata: a.a.O., S. 258–262. 17 et c. 22 [...] agit: a.a.O., S. 262–273. 19 ubi cap. 3 [...] editurum: Eigentlich chap. II, S. 290. 20f. Notat [...] instantanei: a.a.O., S. 274–286. 25 Attingit [...] cap. 5: a.a.O., S. 316–337.

Et paucis agit c. 6 de rotis, quae trahuntur ab animalibus, affirmatque magnas rotas hic exiguis aequipollere. Et cap. 7 tractat de lineis curvis formatis per corpora flexibilia, quae non extenduntur: ubi concipit ea trahi vel impelli aut conatibus parallelis inter se, aut perpendicularibus ad ipsas curvae partes. Parallelis inter se agunt pondera, quae intelligi possunt vel esse (primo) ipsae curvae partes ut in catena, vel haec ponderis exortia fingendo, intelligi possunt pondera imposita, quae vel sint inter se (secundo) ut spatia figurae respondentia seu superimminentia inde a recta horizonti parallela; vel sint (tertio) inter se aequalia. In primo casu ait elementa distantiarum a dicta recta horizonti parallela, seu dy esse ut arcus a curva abscissos inde a vertice, usque ad punctum, ubi est elementum dy . Secundum casum determinare se ait ex principio quodam Domini la Hire, cui se hanc 10 gloriam relinquere ait, etsi ipse duabus aliis viis eodem perveniat. [S. 256] Tertio casu curvam statuit esse parabolam. Caeterum operae pretium est addere: problema primum in catenae figura indaganda propositum fuisse a Galilaeo, et primum ab Illustri Leibnitio nova ipsius Methodo calculi differentialis fuisse solutum; ingeniosissimum quoque Joh. Bernoullium, intellecto Leibnitiano successu, (etsi nondum publicata solutione aut 15 ejus artificio) ejusdem quidem calculi ope, proprio tamen Marte eodem pervenisce, quemadmodum ex *Actis* nostris constat; et Autorem nostrum eadem calculandi ratione hic uti. Notat etiam primum casum, (qui scilicet est lineae Catenariae (Gallis la Chainette)[]) posse, ob maximum descensum centri gravitatis catenae, eo deduci, ut quaeratur curva, ubi $y\sqrt{(dx^2 + dy^2)} : 2a$ sit maximum. Sed haec, inquit, relinquo combinationibus 20 summatoriis Algebristarum; quanquam interim facile agnoscat, artificium inveniendi curvas, quibus maximum praestetur, non ex combinationibus Algebristarum, neque etiam ex summationibus tantum, sed ex alio singulari artificio pendere, quod nuper demum

5

-
- 1f. Et paucis [...] aequipollere: a.a.O., S. 338–342. 2–4 Et cap. 7 [...] partes: a.a.O., S. 343–358.
 8–10 In primo [...] elementum dy : a.a.O., S. 347. 10f. Secundum [...] perveniat: a.a.O., S. 349f.
 11f. Tertio [...] parabolam: a.a.O., S. 347. 12f. problema [...] Galilaeo: G. GALILEI, *Discorsi*, Giornata Quarta, Leiden 1638, S. 283–287 (*GO* VIII, S. 309–312). 13f. et primum [...] solutum:
 G. W. LEIBNIZ, „De linea in quam flexile se pondere proprio curvat“, *AE*, Juni 1691, S. 277–281.
 14–17 ingeniosissimum [...] constat: JOHANN BERNOULLI, „Solutio problematis funicularii“, *AE*, Juni 1691, S. 274–276. 18–20 Notat [...] maximum: PARENT, *Éléments*, S. 350. 20f. Sed [...]
 Algebristarum: a.a.O., S. 350.

prodiit, cum linea brevissimi descensus a Domino Joh. Bernoullio proposita et ab ipso pariter ac paucis aliis soluta fuisset. Hanc autem Methodum maximi descensus centri gravitatis putat Dominus Autor, ad solum casum primum, non ad duos reliquos pertinere. Quae omnia nos iis, qui haec profundius examinarunt, consideranda relinquimus.

5 Cap. 9, 10, agit de figuris in fluido motis, ubi et quaedam de gubernaculo et derivatio-
ne post Dominus Regnault et cap. 11 de proportione ponderis columnae aeris. Tandem
cap. 12 et 13 exponit modum haec experiundi, et speciatim modum, quo pendula ictibus
suis concursuum experimenta exhibent, quod jam praestiterat Mariottus, sed a Domino
Autore magis promovetur. Speramus Clarissimum Autorem in hac scientia ornanda porro
10 perrecturum. Interea optamus, ut Nova Dynamices Scientia, cuius aliquoties in his
Actis facta est mentio, ab Inventore Illustri in lucem producatur, et pulcherrimum illud
naturae arcanum de eadem semper potentiae motricis absolutae (debito sensu acceptae)
quantitate servanda explicetur et stabiiliatur. Hujus enim doctrinae defectus Dominum
Autorem (cujus librum jam recensuimus) et alios solius potentiae relativae conservatione
15 contentos esse coegit.

1f. cum linea [...] fuisset: Siehe JOHANN BERNOULLI, „Problema novum ad cujus solutionem Mathematici invitantur“, *AE*, Juni 1696, S. 269; I. NEWTON, „De ratione temporis“, *PT XIX* (1695–1697), Februar 1697, S. 424f.; sowie die in den *Acta Eruditorum* vom Mai 1697 erschienenen Aufsätze: G. W. LEIB-
NIZ, „Communicatio [...] solutionum problematis curvae celerrimi descensus“, S. 201–205; JOHANN BER-
NOULLI, „Curvatura radii in diaphanis non uniformibus, Solutioque Problematis“, S. 206–211; JACOB BER-
NOULLI, „Solutio problematum fraternorum“, S. 211–214; G. F. A. DE L'HOSPITAL, „Solutio proble-
matis de linea celerrimi descensus“, S. 217–220. 2–4 Hanc [...] pertinere: PARENT, *Élémens*, S. 350.
5f. Cap. 9, 10 [...] Regnault: a.a.O., S. 369–386 und 387–404. 6 et cap. 11 [...] aeris: a.a.O.,
S. 404–414. 6–8 Tandem [...] exhibent: a.a.O., S. 414–424 und 425–431. 8 quod [...] Mariottus:
MARIOTTE, *Traité de la percussion*. 10f. Nova [...] mentio: Siehe bspw. G. W. LEIBNIZ, „De causa
gravitatis“, *AE*, Mai 1690, S. 228–239; DERS., „De primae philosophiae emendatione“, *AE*, März 1694,
S. 110–112; DERS., „Specimen dynamicum“, Pars I, *AE*, April 1695, S. 145–157; DERS., „De ipsa natura“,
AE, September 1698, S. 427–440.

III. NACHTRÄGE

III.A. TECHNICA (Zu Bd VIII, 1)

78. PERSPEKTIVISCHE ZEICHNUNG EINER PYRAMIDENFÖRMIGEN
TURMSPITZE AUF SOCKEL
[Frühjahr 1672 – Herbst 1673]

Überlieferung:

L? LH XXXV 12, 2 Bl. 86. Ein Blatt 4°; Teil eines Wasserzeichens. Zwei Seiten; Zeichnung auf Bl. 86 r°; Bl. 86 v° leer.
Cc 2, Nr. 1559

Datierungsgründe: Das Wasserzeichen ist für den in der Datierung angegebenen Zeitraum belegt. 5

[86 r°]



[Fig. 1]

III.B. BEWEGUNG (Zu Bd VIII, 2)

79. AN EX SINCLARO

[August 1670 – Anfang 1672]

Überlieferung:

L Auszüge mit Bemerkungen aus G. SINCLAIR, *Ars nova et magna gravitatis et levitatis*, Rotterdam 1669: LH XXXVIII Bl. 135. Ein Blatt 4°; oberer und linker Rand beschitten. Eine Seite auf Bl. 135 r°, ein Absatz auf Bl. 135 v°.

Datierungsgründe: George Sinclairs *Ars nova* erschien 1669. Die Anschaffung eines Exemplars kann auf den 8. (18.) August 1670 datiert werden (*LSB* I, 2, S. 451). Bereits Anfang Oktober 1670 kennt Leibniz diese Veröffentlichung so gut, dass er sie mit anderen Büchern vergleichen kann (*LSB* II, 2, S. 106). Anfang 1671 exzerpiert er aus der *Ars nova* (*LSB* VI, 2 N. 43), darunter eine Stelle, die auch in den vorliegenden Auszügen vorkommt (S. 842.20–22). Eine weitere Erwähnung des Autors in Zusammenhang mit Pendelaufhängungen ist auf Anfang 1672 datierbar (*LSB* VIII, 1 N. 5, S. 63). Daraus ergibt sich ein 10 Zeitraum für eine mögliche Abfassung. 5

[135 r°]

An ex Sinclaro

Numerandae sunt penduli vibrationes v.g. sint 6, dividend[o] ita semidiameter in partes

14–S. 842.1	Am Rand, gestrichen:	300	1
		4	2
		<u>1200</u>	3
		3	4
		<u>3600</u>	5
		2	6
		<u>7200</u>	<u>21</u>

14 v.g. sint (1) 5 (2) 6 erg L 14 dividenda L ändert Hrsg. 14–S. 842.1 semidiameter
(1) ut (2) in partes (a) 1 ~ 2 ~ 3 ~ 4 ~ 5 ~ 6 (b) 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 L

13 Sinclaro: G. SINCLAIR, *Ars nova et magna gravitatis et levitatis. Sive Dialogorum philosophicorum libri sex de aeris vera ac reali gravitate*, Rotterdam 1669. 14–S. 842.2 Numerandae [...] vibrationum: a.a.O., S. 556f. und 565f.

$1+2+3+4+5+6$ seu 21. Et summo intervallo tribuantur partes 6. sequenti 5. et ita porro. Ex his ducantur sinus ad quadrantem, et loca intersectionis erunt loca vibrationum.

Omnes vibrationes sunt aequidiurnae inter se et cum descensu perpendiculari. Si primo minuto secundo absolvit ulnam inter descendendum, sequente absolvet 3 ulnas.

- 5 1. *Quo longior funiculus, hoc plures vibrationes* in universum.
2. Sed aequali temporis differentia plures sunt vibrationes [brevioris]. Sed longioris vibrationes sunt diurniores, *modo idem sit pondus utrobique*.
3. *Tertio pendulum gravioris ponderis plures habet vibrationes, easque diutius perseverantes quam vibrationes penduli levioris ponderis, modo ambo sint aequalium longitudine funicularum.*
- 10 4. *Duo pendula aequalis ponderis at funicularum longitudine inaequalium ut 2 ad 1. numero vibrationum differunt ut 3 ad 4.*

Nam NB. assumtis duobus globulis ferreis, utrisque 28 unciam, atque duobus funiculis, hoc pedum 9. illo $4\frac{1}{2}$ invenit, pendulum longiori funiculo vibrationes dare 3. breviori

- 15 4. *eadem temporis differentia.* Non exprimit, quot in universum.
5. Cum ut 3 ad 2. fuere ex longiore 5. breviore 6. } vibrationes eo-
 8 ad 6 7. 8 }
 9 ad $7\frac{2}{10}$ 9 10 }
dem tempore.

NB. Qui hujus rationem reddiderit, item cur tot vibrationes in universum ex tanta longitudine et gravitate[,] magnum mysterium naturae detexerit.

- 20 20. *Tenui funiculo 37. digitos longo cum semisse annectatur globus ferreus [28.] unciam, ejus quaelibet simplex vibratio secundum horarum ad amussim dabit. Sed ut sint accurate, non ultra [30 vel] 36 digitos globulos excurrat.*

4 Underhalb ulnam inter descendendum: (At quid de ascensu?)

1 Et (1) summae tribuantur part (2) summo intervallo tribuantur partes L 4 descendendum,
 (1) post (2) sequente L 6 2. Sed (1) eodem tempore (2) aequali temporis L 6 longioris L
 ändert Hrsg. nach Vorlage 6 Sed (1) longiores (2) longioris L 14 $4\frac{1}{2}$ (1) invenies, (2) invenit, L
 20 38. L ändert Hrsg. nach Vorlage 22 30 vel erg. Hrsg. nach Vorlage

3 Omnes [...] perpendiculari: a.a.O., S. 566–571. 3f. Si primo [...] ulnas: a.a.O., S. 573f.
 5–17 1. *Quo [...] tempore:* a.a.O., S. 592f. 20–22 *Tenui [...] excurrat:* a.a.O., S. 599. [Fig. 1]:
 a.a.O., S. 19. Leibnizens Angabe „p. 18“ ändert Hrsg.

Tres digitii. p. [19]. apud Sinclarum

[Fig. 1]

Appendatur globulus ferreus duarum librarum funiculo cuiusvis longitudinis, quem modo breviores modo longiores facies[,] donec 16 exakte eveniant vibrationes, spatio vig[ili]nti secundorum, quibus factis, invenies funiculum exakte aequare quantitatem septem pedum nostratum.

[135 v^o] Usus sum duobus pendulis quorum unum unciis pendebat octo, illud vero 5
viginti octo, tamen nihil fere mutationis a. discriminis inveni, nam ad unionem inter
eorum vibrationes faciendam gravioris funiculum dimidium digitii solum, abbreviavi. Tar-
dius ergo movetur pendulum grave quam leve quatenus aer et medium pertranseundum
magis ei obnittitur.

8f. *Am Rand:* NB

3 vigunti *L ändert Hrsg.* 8 quam (1) lege (2) leve *L*

1–4 *Appendatur [...] nostratum:* a.a.O., S. 607. 5–9 *Usus [...] obnittitur:* a.a.O., S. 607 mit
Auslassungen. 6 *a.:* aut

VERZEICHNISSE

PERSONEN

Kaiser werden unter dem Stichwort Kaiser mit nachfolgendem Namen, Päpste unter dem Stichwort Papst mit nachfolgendem Namen aufgeführt. Andere Regenten werden unter dem Namen des von ihnen regierten Staates gelistet. Bei diesen Personengruppen sind die Jahreszahlen Regierungszeiten, bei allen anderen Lebensdaten. Bei Autoren ist zusätzlich das Schriftenverzeichnis heranzuziehen. Es wird nach Seiten zitiert.

- | | |
|--|---|
| Apollonios von Perge um 260–um 190 v. Chr.,
772 | Descartes (Cartesius, des Cartes), René
1596–1650, 17, 18, 54, 113, 118, 262, 290, 387,
389, 527, 553, 785, 803 |
| Archimedes 287–212 v. Chr., 221, 823 | Douleur, Noel, 91 |
| Aristoteles 384–322 v. Chr., 463 | Du Hamel, Jean-Baptiste 1624–1706, 91 |
| Beaune (Beaunius), Florimond de 1601–1652, 54 | Dutens, Louis 1730–1812, 112 |
| Bernoulli, Jacob 1655–1705, 175, 791, 832 | Duverney (Duvernejus, Duvernaeus),
Joseph-Guichard 1648–1730, 90, 92, 141, 145,
146 |
| Bernoulli, Johann 1667–1748, 791, 792, 800,
831, 832 | Epikur (Epicurus) um 342/1–um 271/0 v.Chr.,
205 |
| Bertet (Berthet), Jean 1622–1692, 369, 520, 521 | Eubulides von Milet, 4. Jh. v. Chr., 564 |
| Blondel, François 1618–1686, 224 | Euklid (Euclides) von Alexandria 3. Jh. v. Chr.,
823 |
| Boccabadati (Boccabadius), Giovan Battista
1635–1696, 326, 331, 332, 334 | Fabri, Honoré 1607–1688, 25, 83 |
| Bodenhausen (Bodenus, Bodenausen) Rudolf
Christian, Freiherr v. 1698, 175 | Flach, Daniel, gest. 1694, 286 |
| Borelli (Borellus), Giovanni Alfonso 1608–1679,
772, 773, 774, 775, 777, 780, 783 | Fogel (Vogelius, Vogel), Martin 1634–1675, 159 |
| Boyle (Boylus, Boyl), Robert 1627–1691, 242,
307 | Fracastoro (Fracastorius), Girolamo 1478–1553,
92, 134, 149 |
| Brahe, Tycho (Tyco) 1546–1601, 807, 828 | Frölich (Frolichius, Frölichius), David
1595–1648, 110 |
| Brandshagen (Brondhaguen), Jobst Dietrich
1659–nach 1716, 91 | Fullenius, Bernardus 1640–1707, 460 |
| Braunschweig-Lüneburg, Anton Ulrich von
Wolfenbüttel, Herzog von 1685–1714, 286 | Galilei (Galilaeus, Galileus), Galileo 1564–1642,
83, 87, 135, 169, 170, 173, 216, 221, 222, 224,
225, 226, 232, 257, 260, 326, 329, 636, 683, 693,
747, 753, 754, 773, 774, 804, 828, 831 |
| Braunschweig-Lüneburg, Ernst August von,
Herzog 1680–1698, Kurfürst von Hannover
1692–1698, 148, 299, 681, 705 | Gassendi (Gassendus), Pierre 1592–1655, 111,
132, 775 |
| Brosseau, Christophe 1630–1717, 91 | Gudenus Johann Christoph 1632–1705, 320 |
| Cardano (Cardanus), Girolamo (Geronimo)
1501–1576, 221 | Guericke (Gerickius, Gerick.), Otto von
1602–1686, 91, 110, 121, 242, 307 |
| Chrysipp (Chrysippos) von Tarsus um 205 v.
Chr., 94, 114, 564 | Guidi Giuseppe, gest. 1720 (?), 362 |
| Conring, Hermann 1606–1681, 90, 524, 527 | Haak (Haackius, Haakius, Hack), Theodor
1605–1690, 299 |
| Dechales (Chalesius), Claude François Milliet
1621–1678, 135, 136, 290, 292, 294 | |

- Heigel (Heigelius), Paul 1640–1690, 132, 149
- Henfling, Conrad 1648–1716, 159
- Hooke (Hookeius, Hook), Robert 1635–1703, 299, 301, 303, 320, 324
- Huygens (Hugenius, Ugenius, Hugens, Huguen), Christiaan 1629–1695, 12, 13, 299, 369, 389, 398, 400, 402, 403, 405, 406, 410, 412, 415, 429, 455, 461, 464, 466, 482, 493, 498, 503, 511, 513, 524, 527, 623, 787, 788, 792, 800, 801, 802, 820, 827, 829, 830
- Jungius, Joachim 1587–1657, 159
- Justel, Henri 1620–1693, 520
- Kepler (Keplerus), Johannes 1571–1630, 747, 755,
- Knorr (Knorre), Martin 1657–1699, 787
- Kopernikus, Nikolaus 1473–1543, 807, 828
- Kortholt (Kortholtus), Christian 1709–1751, 112
- L'Hospital (L'Hôpital, Hospitalius), Guillaume François Antoine de 1661–1704, 832
- La Hire, Philippe de 1640–1718, 803, 827, 831
- Lamy (L'Amy, Lami), Bernard (Bernhard) 1640–1715, 803, 828
- Lancker 17. Jh., 520, 521
- La Roque (Larroque), Jean Paul de, gest. 1691, 159
- Le Bovier de Fontenelle, Bernard 1657–1757, 461
- Leibniz (Leibnitius, GGL), Gottfried Wilhelm 1646–1716, 94, 112, 113, 148, 221, 813, 823, 831, 832
- Leibniz (Leibnütz), Johann Friedrich 1632–1696, 92
- Leidenfrost, Friedrich Wilhelm, nach 1648–1703, 286
- Line (Linus), Francis 1595–1675, 243
- Ludwig (Grand Dauphin, Delphinus), Thronfolger v. Frankreich 1661–1711, 225
- Magliabechi (Magliabecchi, Magliabeckii, Magliabekius, Magliabequius), Antonio 1633–1714, 331
- Malebranche, Nicolas 1638–1715, 785
- Marchesini, Camillo, gest. vor 17. Juni 1706, 331
- Marci, Johannes Marek 1595–1667, 771
- Marci, Polycarp 1654–1724, 286
- Mariotte, Edme, Seigneur de Chazeuil ca.
- 1620–1684, 12, 19, 20, 83, 90, 91, 141, 145, 146, 169, 170, 174, 225, 260, 264, 274, 276, 290, 296, 369, 385, 398, 409, 410, 411, 412, 413, 460, 461, 464, 482, 493, 520, 521, 524, 591, 623, 800, 802, 803, 816, 820, 825, 827, 829, 830, 832
- Mayow, John 1643–1679, 10, 11
- Medici, Leopoldo de' (Leopoldus) 1617–1675, 783
- Mencke (Menken, Menkenius, Menque), Otto 1644–1707, 174, 461, 735, 787, 800
- Mennichen, Georg gest. nach 1687, 286
- Mersenne (Mersennus), Marin 1588–1648, 18, 54, 118, 135, 295, 773, 784
- Metzger, Peter Paul 1639–1699, 286
- Modena, Franz II., Herzog von 1662–1694, 331
- Monconys (Monconisius), Balthasar de 1611–1665, 371, 372, 529, 599, 605
- More (Morus), Henry 1614–1687, 113
- Morhof (Morhofius), Daniel Georg 1639–1691, 117
- Morin (Morinus), Jean-Baptiste 1583–1656, 262
- Morland (Moreland), Samuel 1625–1695, 7
- Newton (Neutonus), Isaac 1643–1727, 747, 748, 755, 759, 832
- Oldenburg (Grubendol), Heinrich 1618–1677, 461
- Papin (Papinus), Denis 1647–?1712, 668, 767, 790, 792
- Parent, Antoine 1666–1716, 461, 800, 802, 807, 810, 813, 827, 828, 829, 832
- Pascal (Pascalius), Blaise 1623–1662, 242, 307, 645
- Perrault (Perraltus), Claude 1613–1688, 146
- Pfautz (Pfauzius), Christoph 1645–1711, 91, 174, 747, 759, 787
- Philipp (Philippi), Christian 1639–1682, 17
- Pulteney, William 1684–1764, 362
- Ramazzini (Ramazzinus), Bernardino 1633–1714, 331
- Regnauld (Regnaud; Regnaldus), François de 1626–1689, 371, 372, 529, 599, 605, 619, 621, 622, 626, 772
- Renau d'Eliçagaray, Bernard, 1652–1719, 803, 827, 832
- Ricci (Riccius), Michelangelo 1619–1682, 773
- Rivinus, Quintus Septimius Florens 1651–1713,

- 92
- Rohault, Jacques 1618–1672, 803
- Sauveur, Joseph 1653–1716, 803, 828
- Schelhammer (Schelhammerus), Günther
Christoph 1649–1716, 10, 90, 92, 112, 132, 134,
145, 148
- Schmidt (Schmidius), Johann Andreas
1652–1726, 800
- Schrader, Friedrich 1657–1704, 10, 92
- Schuller, Georg Hermann 1651–1679, 772
- Sinclair (Singlarius, Sinclarus), George gest.
1696, 841
- Siver (Siverus), Heinrich 1626–1691, 159
- Sohier, G. J. gest. nach 1696, 790, 791, 792
- Strauch, Johann 1612(?)–1679(?), 286
- Tartaglia (Tartalea), Niccolò 1499 o. 1500–1557,
221, 694
- Torricelli (Torricellius), Evangelista 1608–1647,
242, 307, 337, 388, 645, 774
- Tschirnhaus (H.v.Tch., H.v.Tsch.), Ehrenfried
Walther v. 1651–1708, 290, 772, 787
- Vagetius, Johannes 1633–1691, 159
- Vanni, Giovanni Francesco 1638–1709, 735
- Varignon, Pierre de 1654–1722, 803, 828
- Volder (Volter, Wolder), Burchard (Burcher) de
1643–1709, 460, 461
- Wallis (Wallisius), John 1616–1703, 287, 12, 13,
19, 20, 385, 460, 461, 464, 493, 524, 623, 693,
694, 800, 802, 816, 827, 829
- Wichmann, Christoph, gest. 1690, 286
- Wren (Wrennus), Christopher 1632–1723, 12, 13,
461, 493, 623, 829
- Würz (Wurtz, Wurzius), Paul, Baron v.
1612–1676, 224, 225

SCHRIFTEN

Das Schriftenverzeichnis enthält die von Leibniz erwähnte und die in den Erläuterungen benutzte Literatur. Autorennamen und Werktitel sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Die kursiv gesetzten Seitenzahlen geben die Stellen im Band an, an denen die Schriften zitiert werden.

1. *Acta eruditorum*. 50 Bde. Leipzig 1682–1731.
[= AE] S. 174, 259, 681, 686, 688, 692, 735, 767, 771, 787, 800, 827, 831, 832, 933
2. *Catalogus universalis, hoc est: Designatio omnium librorum qui hisce nundinis vernalibus/autumnalibus Francofurtensibus et Lipsiensibus anni 1684 vel novi vel emendatores et auctiores prodierunt. Das ist: Verzeichnis aller Bücher, so zu Franckfurt in der Herbst-Messe, auch Leipziger Michaelis-Messe des jetzigen 1684sten Jahres entweder ganz neu oder sonst verizzato oder aufs neue wieder aufgelegt und gedrucket worden sind*. Leipzig [1684]. S. 92
3. *Histoire des ouvrages des scavans*. Rotterdam 1687–1709. S. 792
4. *Indices generales auctorum et rerum primi Actorum eruditorum quae Lipsiae publicantur decennii, nec non supplementorum tomii primi*. Leipzig 1693. S. 174, 259, 933
5. *Journal des Scavans*. Paris 1665 ff. [= JS] (Referenziert wird lediglich auf die Pariser Ausgabe.) S. 389, 398, 400, 402, 410, 429, 455, 461, 466, 482, 493, 503, 511, 520, 524, 623, 790, 791, 810, 829
6. *Leben und Werk von Gottfried Wilhelm Leibniz. Eine Chronik*. Bearbeitet v. K. MÜLLER u. G. KRÖNERT. Frankfurt am Main 1969. [= Chronik] S. 171, 286, 320, 326, 331
7. *Nouvelles de la république des lettres*. Amsterdam 1684–1718. S. 785, 813
8. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. London 1665 ff. [= PT] S. 398, 402, 461, 493, 524, 623, 829, 832
9. *Stoicorum veterum fragmenta*. Hrsg. v. H. VON ARNIM (Bd IV mit M. ADLER). 4 Bde.
- Leipzig 1903–1924. Nachdr. Stuttgart 1964.
[= SVF] S. 94, 114
10. ANONYM. *An accompt of two books. I. Tractatus quinque physico-medici, De sale-nitro et spiritu nitro-aereo; De respiratione; De respiratione foetus in utero et ovo; De motu musculari et spiritibus animalibus; De rachitide: Auth. Joh. Mayow ... Oxonii, e Theatro Sheldoniano 1674, in 8° ... In: PT, 9 (1674), S. 101–113. S. 10*
11. ——. [Bericht über Duverneys Forschung zur Anatomie und Physiologie des Ohres]. In: JS (1681), S. 464. S. 141
12. ——. *Experience curieuse faite à Paris sur la riviere de Seine l'esté passé*. In: JS (1678), S. 39–41. S. 520
13. ——. *Harmonica et Phytoscopica. Scripta postrema Ioachimi Jungii Hamburg*. 1678. In: JS (1678), S. 342. S. 159
14. ANTOGNAZZA, M. R. *Leibniz. An Intellectual Biography*. Cambridge (UK) 2009. S. 668
15. ARCHIMEDES. *De conoidibus et sphaeroidibus*. In: *Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii*. Hrsg. v. J. L. HEIBERG. Bd I. Leipzig 1880. S. 273–498. S. 823
16. ARISTOTELES. *De anima*. In: *Aristoteles Graece*. Hrsg. v. I. BEKKER. Bd I. Berlin 1831. S. 402–435. S. 141, 155
17. ——. *Physica*. In: *Aristoteles Graece*. Hrsg. v. I. BEKKER. Bd I. Berlin 1831. S. 184–267. S. 463
18. BAUHIN, C. *Theatrum anatomicum*. Frankfurt am Main 1605. S. 155, 156
19. BERNOULLI, JACOB. Brief an G. W. Leibniz vom 15. (25.) Dezember 1687. In: *LSB III*, 4 N. 200, S. 364–368. S. 175

20. (BERNOULLI, JACOB.) *Der Briefwechsel*. Hrsg. v. D. SPEISER u. A. WEIL. Basel 1993. S. 220, 938
21. ——. *Solutio problematum fratrorum*. In: AE (1697), S. 211–214. S. 832
22. BERNOULLI, JOHANN. Brief an G. W. Leibniz vom 12. (22.) September 1696. In: LSB III, 7 N. 33, S. 120–141. S. 792
23. ——. *Curvatura radii in diaphanis non uniformibus, solutioque problematis a se in Actis 1696, p. 269, propositi de inventienda linea brachystochrona*. In: AE (1697), S. 206–211. S. 832
24. ——. *Problema novum ad cuius solutionem mathematici invitantur*. In: AE (1696), S. 269. S. 832
25. ——. *Solutio problematis funicularii*. In: AE (1691), S. 274–276. S. 831
26. BERTOLONI MELI, D. *Equivalence and Priority: Newton versus Leibniz. Including Leibniz's Unpublished Manuscripts on the Principia*. Oxford 1993. S. 668, 747
27. BLONDEL, F. *Epistola ad P[aulum] W[urzium] in qua famosa Galilaei proposatio discutitur, circa naturam lineae qua trabe secari debent ut sint aequalis ubique resistentiae et in qua lineam illam non quidem parabolicam, ut ipse Galilaeus arbitratus est, sed ellipticam esse demonstratur*. Paris 1661. S. 224
28. ——. *Résolution des quatre principaux problèmes d'architecture*. Paris 1673. S. 224
29. BOCCABADATI, G. B. *De conatu mechanico. [Hs. verschollen.]* S. 331, 334
30. BOETHIUS. *De institutione musica*. In: Boethii De institutione arithmeticæ libri duo. De institutione musica libri quinque. Accedit Geometria quæ fertur Boethii. Hrsg. v. G. FRIEDELIN. Leipzig 1867. S. 177–371. S. 94
31. [BOHN, J.] Rezension von *Lettres escriptes sur le sujet d'une nouvelle découverte touchant la Veüe, faite par M. Mariotte* (Paris 1682). In: AE (1683), S. 67–73. S. 145
32. BORELLI, G. A. *De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*. Bologna 1670. S. 772
33. ——. *De vi percussionis, et motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*. Leiden 1686. S. 772, 773
34. ——. *De vi percussionis liber*. Bologna 1667. S. 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784
35. BOYLE, R. *Nova experimenta physico-mechanica de vi aeris elastica, et ejusdem effectibus, facta maximam partem in nova machina pneumatica*. Oxford 1661. S. 209
36. BRAHE, T. *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus. De cometa anni 1577*. Prag 1603. S. 807, 828
37. BROSSEAU, C. Brief an G. W. Leibniz vom 12. Juni 1684. In: LSB, I 4 N. 381, S. 468. S. 91, 145
38. DECHALES, C. F. M. *Cursus seu mundus mathematicus*. 3 Bde. Lyon 1674. S. 95, 117, 135
39. ——. *Traité du mouvement local et du ressort*. Lyon 1682. S. 290, 291, 292, 294, 295
40. DESCARTES, R. Brief an M. Mersenne vom 22. Juli 1633. In: DL II (1659), Nr. 75, S. 348–351 (DO I, Nr. 48, S. 266–269). S. 101, 135
41. ——. Brief an M. Mersenne vom 30. April 1639. In: DL III (1667), Nr. 84, S. 480–487 (DO II, Nr. 160, S. 529–539). S. 54
42. ——. Brief an M. Mersenne vom 18. März 1641. In: DL III (1667), Nr. 109, S. 596–600 (DO III, Nr. 233, S. 334–340). S. 118
43. ——. Brief an J.-B. Morin vom 12. September 1638. In: DL I (1657), Nr. 62, S. 286–296 (DO II, Nr. 143, S. 362–373). S. 262
44. ——. *Lettres*. Hrsg. v. C. CLERSELIER. 3 Bde. Paris: Bd I, 1657; Bd II, 1659; Bd III, 1667. [Marg.] [= DL] S. 54, 101, 135, 262
45. ——. *Meditationes de prima philosophia*. Paris 1641 (DO VII, S. 1–603). S. 17, 18

46. (DESCARTES, R.) *Oeuvres*. Hrsg. v. C. ADAM u. P. TANNERY. 12 Bde. Paris 1879–1910. Nachdr. Paris 1964–1972. [= *DO*] S. 18, 54, 101, 135, 262, 387, 389, 553, 785
47. ——. *Opera philosophica. Editio secunda ab auctore recognita*. Amsterdam 1650. [Marg.] S. 17
48. ——. *Principia philosophiae*. Amsterdam 1644 (*DO* VIII, 1, S. 1–353). S. 102, 113, 205, 262, 387, 389, 553, 785, 786
49. DIOGENES LAERTIOS. *Vitae philosophorum*. Hrsg. v. M. MARCOVICH. Leipzig 1999. S. 94, 114, 564
50. DOUCEUR, N. Brief an G. W. Leibniz vom 12. Juni 1684. In: *LSB* III, 4 N. 56, S. 118f. S. 91, 145
51. DUVERNEY, J.-G. *Tractatus de organo auditus, continens structuram, usum et morbos omnium auris partium ... e Gallico Latine versus*. Nürnberg 1684. S. 92, 112, 144, 145, 146, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158
52. ——. *Traité de l'organe de l'ouie, contenant la structure, les usages et les maladies de toutes les parties de l'oreille*. Paris 1683. S. 90, 144, 145, 146, 151
53. FABRI., H. *Physica, id est, scientia rerum corporearum in decem tractatus distributa*. 4 Bde. Lyon 1669–1671. [Marg.] S. 6, 14, 25, 29, 30, 35, 41, 52, 64, 83, 84, 94, 95, 98, 117, 123, 140, 206, 358
54. FRACASTORO, G. *De sympathia et antipathia rerum liber unus. De contagione et contagiosis morbis et curatione libri tres*. Venedig 1546. S. 92, 134, 149
55. ——. *Operum pars prior, philosophica et medica*. Lyon 1591. S. 149
56. FRÖLICH, D. *Bibliotheca seu Cynosura peregrinantium, hoc est: Viatorium omnium hactenus editorum absolutissimum, jucundissimum utilissimumque, in duas partes digestum*. 2 Bde. Ulm 1643–1644. S. 110
57. GALILEI, G. *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla mecanica e i movimenti locali*. Leiden 1638 (*GO* VIII, S. 39–318). S. 83, 97, 113, 134, 135, 169, 170, 188, 216, 218, 221, 222, 223, 232, 236, 257, 260, 358, 622, 636, 683, 693, 753, 754, 831
58. ——. *Opere*. 2 Bde. Bologna 1656. S. 260
59. ——. *Opere. Edizione Nazionale*. Hrsg. v. A. FAVARO u. a. 20 Bde. Florenz 1890–1909. [= *GO*] S. 83, 97, 113, 134, 135, 169, 170, 188, 216, 218, 221, 222, 223, 232, 236, 257, 260, 358, 622, 636, 683, 693, 753, 754, 831
60. GASSENDI, P. *Opera omnia*. 3 Bde. Lyon 1658. Nachdr. Stuttgart u. Bad Cannstatt 1964. [= *GOO*] S. 94, 111, 114, 115, 132, 188, 205, 218
61. ——. *Syntagmatis philosophici pars secunda, quae est Physica*. Lyon 1658 (*GOO* I, S. 125–752; *GOO* II, S. 1–658). S. 94, 111, 114, 115, 132, 188, 205, 218
62. VON GUERICKE, O. *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*. Amsterdam 1672. S. 91, 100, 108, 110, 119, 121, 126, 211, 243
63. GUIDI, G. Brief an G. W. Leibniz vom 1. Januar 1705. In: *LSB* I, 24 N. 152, S. 259–261. S. 362
64. HAAK, T. Brief an G. W. Leibniz vom 24. August (3. September) 1679. In: *LSB* III, 2 N. 337, S. 818–822. S. 299
65. HOOKE, R. *Lectures de potentia restitutiva, or of spring, explaining the power of springing bodies. To which are added some collections*. London 1678. [Marg.] S. 299, 301, 303, 324
66. HUYGENS, C. *A Summary Account of the Laws of Motion, communicated by Mr. Christian Hugens in a Letter to the R. Society, and since printed in French in the Journal des Scavans of March 18, 1669. st. n.* In: *PT*, 4 (1669), S. 925–928. S. 13, 398, 402, 648

67. (HUYGENS, C.) Brief an Constantyn Huygens (Vater) vom 26. Februar 1665. In: *HO* V, S. 243 f. Auszug in: *JS* (1665), S. 129–131. S. 104, 137
68. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 8. (18.) Februar 1690. In: *LSB* III, 4 N. 235, S. 460–464. S. 787
69. ——. *De motu corporum ex mutuo impulsu hypothesis.* [Hs. 1669.] In: *HO* VI, S. 336–343. S. 460, 464
70. ——. *De motu corporum ex percussione.* In: *Opuscula posthuma.* Leiden 1703, S. 367–398 (*HO* XVI, S. 29–91). S. 460, 464, 800
71. ——. *Extrait d'une lettre de M. Hugens de l'Academie des Sciences à l'auteur de ce journal, touchant les phenomenes de l'eau purgée d'air.* In: *JS* (1672), S. 133–140 (*HO* VII, S. 201–206). S. 122
72. ——. *Horologium oscillatorium sive De motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricae.* Paris 1673 (*HO* XVIII, S. 69–365). S. 820, 829
73. ——. *Oeuvres complètes.* Hrsg. v. D. BIERENS DE HAAN, J. BOSSCHA u. a. 22 Bde. Den Haag 1888–1950. [= *HO*] S. 13, 389, 400, 410, 455, 460, 464, 466, 493, 503, 511, 524, 648, 788, 789, 792, 820, 829
74. ——. *Opuscula posthuma.* [Hrsg. v. B. DE VOLDER u. B. FULLENIUS.] Leiden 1703. [Marg.] S. 461, 800
75. ——. *Regles du mouvement dans la rencontre des corps.* In: *JS* (1669), S. 22–24 (*HO* VI, S. 383–386). S. 13, 389, 398, 400, 402, 405, 429, 455, 461, 466, 482, 493, 503, 511, 513, 524, 623, 829
76. ——. *Remarques de Mr. Huygens sur la lettre precedente.* In: *Histoire des ouvrages des savans* (1690), S. 461–463. S. 410, 792
77. ——. *Traité de la lumiere, où sont expliquées les causes de ce qui lui arrive dans la reflexion et dans la refraction. Et particulièrement dans l'étrange refraction du cristal d'Islande.* Avec un discours de la cause de la pesanteur. Leiden 1690 (*HO* XIX). S. 787, 788, 789
78. JUNGIUS, J. *Harmonica.* [Hamburg 1678.] [Marg.] S. 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 358
79. ——. *Isagoge phytoscopica.* [Hamburg 1679.] S. 159
80. ——. *Praecipuae opiniones physicae, passim receptae, breviter quidem sed accuratissime examinatae, ex recensione et distincione Martini Fogelii, cuius annotationes quae-dam accedunt; accesit[!] nunc primum ejusdem auctoris Harmonica et Isagoge phytoscopica.* [Hrsg. v. J. VAGETIUS.] Hamburg 1679. S. 159, 160
81. JUSTEL, H. Brief an G. W. Leibniz vom 24. Juli 1679. In: *LSB*, I 2 N. 495, S. 501–504. S. 520
82. KEPLER, J. *Astronomia nova αἰτιολογετός seu physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus Tychoonis Brahe.* Heidelberg 1609 (*KGW* III). S. 755
83. ——. *Gesammelte Werke.* Hrsg. v. d. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. 27 Bde. München 1937–2017. [= *KGW*] S. 755
84. KOPERNIKUS, N. *De revolutionibus orbium coelestium libri sex.* Nürnberg 1543. S. 828
85. DE LA HIRE, P. *Traité de méchanique.* Paris 1695. S. 827
86. LEIBNIZ, G. W. *Additio ad schediasma de medii resistantia.* In: *AE* (1691), S. 177 f. (*LMG* VI, S. 143 f.). S. 787
87. ——. *Animadversiones ad Cartesii Principia* [1691]. *LPG* IV, S. 354–392. S. 785
88. ——. Aus Otto von Guericke, *Experimenta nova* [Sommer 1672]. In: *LSB* VIII, 1 N. 36, S. 245–276. S. 100, 108, 110, 119, 121, 126, 243
89. ——. Aus *Saggi di naturali esperienze* [2. Hälfte 1672]. In: *LSB* VIII, 1 N. 37, S. 277–287. S. 226

90. (LEIBNIZ, G. W.) Aus und zu der *Physik* von Honoratus Fabri [Herbst 1670 – Frühjahr 1672 (?)]. In: *LSB VI*, 2 N. 39, S. 186–211. *S. 25*
91. ——. Aus und zu Descartes [Sommer 1678 – Winter 1680/81 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 341, S. 1784–1788. *S. 17*
92. ——. Aus und zu Galileis *Discorsi* [Herbst 1672/73(?)]. In: *LSB VI*, 3 N. 11, S. 163–168. *S. 169*
93. ——. Aus und zu Honoré Fabri, *Physica* [Herbst 1670 – Frühjahr 1672 (?)]. In: *LSB VI*, 2 N. 55, S. 465–522. *S. 14, 25, 98*
94. ——. Aus und zu John Wallis, *Mechanica sive De motu* [letzte Monate 1674 – erste Monate 1675]. In: *LSB VIII*, 2 N. 8, S. 64–106. *S. 19, 287, 371, 460, 623*
95. ——. Aus und zu Vagetius' Edition von Junius' *Logik* [Ende 1681 – Anfang 1682 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 233, S. 1117f. *S. 159*
96. ——. Auszüge aus Sinclair und Mechovius. Aufzeichnung zur Medizin [Februar (?) 1671]. In: *LSB VI*, 2 N. 43, S. 292f. *S. 841*
97. ——. *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa legem naturae, secundum quam volunt a Deo eandem semper quantitatem motus conservari.* In: *AE* (1686), S. 161–163 (*LSB VI*, 4 N. 369, S. 2027–2030). *S. 290, 771, 772, 792*
98. ——. Brief an Jacob Bernoulli vom 24. September (4. Oktober) 1690. In: *LSB III*, 4 N. 279, S. 571–584. *S. 175, 259*
99. ——. Brief an J. Bertet, September 1677 (?). In: *LSB II*, 1 (2006) N. 158a, S. 571–574. *S. 369, 370, 520, 521*
100. ——. Brief an F. Bianchini vom 12. (22.) September 1690. In: *LSB III*, 4 N. 274, S. 558–561. *S. 787*
101. ——. Brief an R. C. von Bodenhausen vom 26. Oktober (5. November) 1690. In: *LSB III*, 4 N. 285, S. 626–633. *S. 175, 259*
102. ——. Brief an C. Brosseau vom 21. Juli 1684. In: *LSB I*, 4 N. 390, S. 475. *S. 91*
103. ——. Brief an H. Conring vom 3. (13.) Januar 1678. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 162, S. 578–584. *S. 524, 527*
104. ——. Brief an A. Eckhard vom 28. April 1677. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 143, S. 498–502. *S. 17*
105. ——. Brief an A. Eckhard vom Sommer 1677. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 148, S. 542–547. *S. 17*
106. ——. Brief an die Pfalzgräfin Elisabeth (?) vom November 1678. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 187b, S. 659–666. *S. 17*
107. ——. Brief an H. Fabri vom Anfang 1677. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 133, S. 441–466. *S. 17*
108. ——. Brief an D. Flach vom 5. (15.) Juni 1693. In: *LSB I*, Supplementband Harzbergbau, N. 28, S. 42f. *S. 286*
109. ——. Brief an C. Gudenus vom 6. August 1689. In: *LSB I*, 5 N. 250, S. 464f. *S. 320, 321, 323*
110. ——. Brief an J.-B. du Hamel vom 11. (21.) Juli 1684. In: *LSB III*, 4 N. 62, S. 130–132. *S. 91*
111. ——. Brief an C. Huygens vom 8. (18.) September 1679. In: *LSB III*, 2 N. 346, S. 840–850. *S. 399*
112. ——. Brief an C. Huygens vom 28. Oktober (7. November) 1690. In: *LSB III*, 4 N. 287, S. 640–647. *S. 787*
113. ——. Brief an C. Huygens vom 10. (20.) April 1691. In: *LSB III*, 5 N. 17, S. 93–103. *S. 299*
114. ——. Brief an F. W. Leidenfrost von Ende Juli 1680. In: *LSB I*, 3 N. 46, S. 65. *S. 286*
115. ——. Brief an F. W. Leidenfrost von Mitte Januar 1682. In: *LSB I*, 3 N. 112, S. 139f. *S. 286*
116. ——. Brief an F. W. Leidenfrost vom 6. (?) April 1688. In: *LSB I*, 5 N. 33, S. 91. *S. 286*

117. (LEIBNIZ, G. W.) Brief an G. F. de L'Hospital vom 4. (14.) Dezember 1696. In: *LSB* III, 7 N. 56, S. 213–216. *S.* 668
118. ——. Brief an N. Malebranche vom 22. Juni (2. Juli) 1679. In: *LSB* II, 1 (2006) N. 207, S. 716–727. *S.* 17
119. ——. Brief an P. Marci vom 20. (30.) März 1685. In: *LSB* I, 4 N. 417, S. 497. *S.* 286
120. ——. Brief an P. Marci vom 27. März (6. April) 1691. In: *LSB* I, 6 N. 247, S. 443f. *S.* 286
121. ——. Brief an E. Mariotte vom Juli 1673. In: *LSB* III, 1 N. 25, S. 101–112. *S.* 668
122. ——. Brief an E. Mariotte von der 2. Hälfte August 1681. In: *LSB* III, 3 N. 269, S. 478–482. *S.* 3, 4, 90, 91, 94, 146
123. ——. Brief an E. Mariotte von Ende Juli/Anfang August 1682. In: *LSB* III, 3 N. 380, S. 675–681. *S.* 169, 260
124. ——. Brief an E. Mariotte vom 14. September 1682. In: *LSB* III, 3 N. 400, S. 712–713. *S.* 169
125. ——. Brief an E. Mariotte vom März/April 1683. In: *LSB* III, 3 N. 456, S. 793–798. *S.* 171, 218, 233, 237, 265, 276, 306
126. ——. Brief an O. Mencke vom 2. (12.) Oktober 1690. In: *LSB* III, 4 N. 281, S. 587f. *S.* 787
127. ——. Brief an G. Mennichen von Ende Januar 1687. In: *LSB* I, 4 N. 267, S. 308. *S.* 286
128. ——. Brief an P. P. Metzger von 1685 (?). In: *LSB* I, 4 N. 457, S. 543f. *S.* 286
129. ——. Brief an G. W. Molanus für A. Eckhard vom Anfang April 1677. In: *LSB* II, 1 (2006) N. 138, S. 478–484. *S.* 17
130. ——. Brief an H. Oldenburg vom 29. April (9. Mai) 1671. In: *LSB* II, 1 (2006) N. 57, S. 165–169. *S.* 371
131. ——. Brief an D. Papin vom [17.] November 1695. In: *LSB* III, 6 N. 172, S. 532–543. *S.* 668
132. ——. Brief an D. Papin vom 21. Juni (1. Juli) 1696. In: *LSB* III, 7 N. 1, S. 7–18. *S.* 771
133. ——. Brief an D. Papin vom 16. (26.) Juli 1696. In: *LSB* III, 7 N. 8, S. 32–35. *S.* 791
134. ——. Brief an D. Papin vom 8. (18.) November 1697. In: *LSB* III, 7 N. 156, S. 631–638. *S.* 791, 792
135. ——. Brief an D. Papin vom 2. (12.) Dezember 1697. In: *LSB* III, 7 N. 163, S. 656–670. *S.* 791
136. ——. Brief an D. Papin vom 16. (26.) Januar 1698. In: *LSB* III, 7 N. 177, S. 702–728. *S.* 791
137. ——. Brief an C. Pfautz vom 28. April 1682. In: *LSB* III, 3 N. 345, S. 594–597. *S.* 91, 141
138. ——. Brief an C. Philipp vom Ende Januar 1680. In: *LSB* II, 1 (2006) N. 222, S. 786–790. *S.* 17
139. ——. Brief an B. Ramazzini vom 25. Februar 1690. In: *LSB* III, 4 N. 239, S. 466–468. *S.* 331, 335
140. ——. Brief an J. P. de la Roque vom 17. (27.) September 1677. In: *LSB* III, 2 N. 78, S. 223f. *S.* 520
141. ——. Brief an J. P. de la Roque von Mitte Juli 1678. In: *LSB* III, 2 N. 186, S. 473. *S.* 159
142. ——. Brief an Q. S. F. Rivinus vom 14. (24.) April 1685. In: *LSB* I, 4 N. 581, S. 690f. *S.* 92, 112, 146
143. ——. Brief an G. C. Schelhammer von Mitte September 1674. In: *LSB* III, 5 N. I, S. 3f. *S.* 10
144. ——. Brief an G. C. Schelhammer vom 6. (16.) Dezember 1680. In: *LSB* III, 3 N. 139, S. 304f. *S.* 4, 71, 90, 149
145. ——. Brief an G. C. Schelhammer von Februar/März 1681. In: *LSB* III, 3 N. 182, S. 355–361. *S.* 3, 4, 90, 94, 114, 132, 149
146. ——. Brief an G. C. Schelhammer vom 13. (23.) Januar 1682. In: *LSB* III, 3 N. 311, S. 544–550. *S.* 3, 90, 94, 112, 129, 149

147. (LEIBNIZ, G. W.) Brief an J. A. Schmidt vom 31. Dezember 1700. In: *LSB* I, 19 N. 150, S. 317f. *S.* 800
148. ——. Brief an J. A. Schmidt vom 29. April 1701. In: *LSB* I, 19 N. 336, S. 632f. *S.* 800
149. ——. Brief an F. Schrader vom 6. (16.) Mai 1684. In: *LSB* III, 4 N. 55, S. 114–118. *S.* 92
150. ——. Brief an J. Schrader vom 9.–11. (?) Juni 1695. In: *LSB* I, 11 N. 338, S. 494–497. *S.* 341
151. ——. Brief an Unbekannten vom 1679. In: *LSB* II, 1 (2006) N. 219, S. 775–782. *S.* 17
152. ——. Brief an J. Vagetius vom Ende Mai 1687. In: *LSB* II, 2 N. 47, S. 209f. *S.* 159
153. ——. Brief an B. de Volder vom 27. Dezember 1698. In: *LSB* II, 3 N. 194, S. 493–512. *S.* 771
154. ——. Brief an C. Wichmann vom 5. (15.) Mai 1682. In: *LSB* I, 3 N. 135, S. 178f. *S.* 286
155. ——. Brief an C. Wichmann vom 29. September (9. Oktober) 1682. In: *LSB* I, 3 N. 165, S. 208f. *S.* 286
156. ——. Brief für die *Acta eruditorum* [erste Oktoberhälfte 1684]. In: *LSB* III, 4 N. 72, S. 171–184. *S.* 175, 227, 236, 239, 259
157. ——. Brief für J. P. de la Roque von Mitte März 1675 = *Extrait d'une lettre de Monsieur Leibniz à l'Auteur du Journal, touchant le principe de justesse des horologes portatives de son invention* (*JS* [1675], S. 93–96). In: *LSB* III, 1 N. 45, Fassung f, S. 192–201. *S.* 121, 410
158. ——. Brief für die Royal Society vom 3. (13.) Februar 1673. In: *LSB* III, 1 N. 4, S. 22–29. *S.* 371
159. ——. *Chronologia. Efficere horologia accurata* [2. Hälfte 1672]. In: *LSB* VIII, 2 N. 84, S. 716f. *S.* 371
160. ——. *Communicatio suae, pariter duarumque alienarum ad edendum sibi primum a dn. Jo. Bernoullio, deinde a dn. marchionne Hospitalio communicatarum solutionum problematis curvae celerrimi descensus a dn. Jo. Bernoullio geometris publice propositi, una cum solutione sua problematis alterius ab eodem postea propositi*. In: *AE* (1697), S. 201–205 (*LMG* V, S. 331–336). *S.* 832
161. ——. *Consilium Aegyptiacum. Justa dissertatione* [Winter 1671/1672]. In: *LSB* IV, 1 (1983) N. 15, S. 267–382. *S.* 371
162. ——. *De animalis anima* [1683 – 1685 (?)]. In: *LSB* VI, 4 N. 287, S. 1474. *S.* 17
163. ——. *De arcans motus et mechanica ad puram geometriam reducenda* [Februar – September 1676]. In: *LSB* VIII, 2 N. 12, S. 133–138. *S.* 371, 668
164. ——. *De causa gravitatis, et defensio sententiae suae de veris naturae legibus contra Cartesianos*. In: *AE* (1690), S. 228–239 (*LMG* VI, S. 193–203). *S.* 767, 832
165. ——. *De centro divulsionis* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB* VIII, 2 N. 23, S. 185–188. *S.* 169
166. ——. *De chordis in circulo. De hemisphaerii et sphæroeidum superficiebus* [Frühjahr 1673]. In: *LSB* VII, 4 N. 11, S. 164–173. *S.* 371
167. ——. *De consistentia corporum* [Herbst 1672 – Winter 1672/73]. In: *LSB* VI, 3 N. 4, S. 94–96. *S.* 261, 262
168. ——. *De detimento motus. Pars secunda* [April 1675]. In: *LSB* VIII, 2 N. 32, S. 267–284. *S.* 371, 679
169. ——. *De distractione 1* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB* VIII, 2 N. 24, S. 189–190. *S.* 169
170. ——. *De distractione 2* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB* VIII, 2 N. 25, S. 191–195. *S.* 169
171. ——. *De ictuum quantitate* [Mai 1675]. In: *LSB* VIII, 2 N. 52, S. 446–448. *S.* 371

172. (LEIBNIZ, G. W.) *De la philosophie cartesienne* [Sommer 1683 – Winter 1684/85]. In: *LSB VI*, 4 N. 289, S. 1479–1488. *S.* 17
173. ——. *De legibus naturae et vera aestimatio ne virium motricium contra Cartesianos, responsio ad rationes a dn. Papino mense Januarii anni 1691 in Actis eruditorum propo sitas*. In: *AE* (1691), S. 438–447 (*LMG VI*, S. 204–211). *S.* 767
174. ——. *De linea in quam flexile se pondere proprio curvat, ejusque usu insigni ad invenien das quotcunque medias proportionales et logarithmos*. In: *AE* (1691), S. 277–281 (*LMG V*, S. 243–247). *S.* 831
175. ——. *De lineis opticis, et alia*. In: *AE* (1689), S. 36–38. *S.* 748
176. ——. *De motu et effectu* [April 1675]. In: *LSB VIII*, 2 N. 18, S. 160–163. *S.* 668
177. ——. *De natura veritatis, contingentiae et in differentiae atque de libertate et praedeterminatione* [Ende 1685 – Mitte 1686 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 303, S. 1514–1524. *S.* 735
178. ——. *De necessitate et contingentia* [Sommer 1680 – Sommer 1684 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 272, S. 1449 f. *S.* 17
179. ——. *De paraboloidum et hyperboloidum quadratura. Pars prima: De paraboloidum quadratura*. [Sommer 1673] In: *LSB VII*, 4 N. 391, S. 617–642. *S.* 55
180. ——. *De potentiae absolutae conservatione*. [Winter 1689/90 (?)] In: *LSB VI*, 4 N. 379, S. 2077–2079. *S.* 668, 669
181. ——. *De primae philosophiae emendatione, et de notione substantiae*. In: *AE* (1694), S. 110–112 (*LPG IV*, S. 468–470). *S.* 832
182. ——. *De quadratura arithmeticâ circuli ellip seos et hyperbolae*. [Juni – September 1676] In: *LSB VII*, 6 N. 51, S. 520–676. *S.* 73, 787
183. ——. *De quibusdam circa resistantiam quae a Galileo dicuntur* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB VIII*, 2 N. 19, S. 167–172. *S.* 169
184. ——. *De rationibus motus* [August – September (?) 1669]. In: *LSB VI*, 2 N. 381, S. 157–159. *S.* 375, 398, 461
185. ——. *De resistentia absoluta et respectiva in frictione*. [Mitte 1675] In: *LSB VIII*, 2 N. 35, S. 325–341. *S.* 748
186. ——. *De resistentia tabulae ligneae* [Januar (?) – März 1673]. In: *LSB VIII*, 2 N. 26, S. 196–201. *S.* 169
187. ——. *De trabis resistentia uniformis*. [September 1672 – März 1673] In: *LSB VIII*, 2 N. 22, S. 182–184. *S.* 169, 170, 216, 232
188. ——. *De vera proportione circuli ad quadratum circumscriptum in numeris rationalibus expressa*. In: *AE* (1682), S. 41–46 (*LMG V*, S. 118–122). *S.* 787
189. ——. *De vitandis erroribus geometricis in re mechanica*. [Dezember 1674] In: *LSB VIII*, 2 N. 10, S. 122–125. *S.* 371
190. ——. *Definitiones cogitationesque metaphysicae* [Sommer 1678 – Winter 1680/81 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 267, S. 1393–1405. *S.* 19, 22
191. ——. *Demonstratio geometrica regulae apud staticos receptae, de momentis gravium in planis inclinatis*. In: *AE* (1685), S. 501–505 (*GM VI*, S. 112–117). *S.* 681, 686, 688, 692
192. ——. *Demonstrationes novae de resistentia solidorum*. In: *AE* (1684), S. 319–325 (*LMG VI*, S. 106–112). *S.* 220, 933
193. ——. *Deus nihil vult sine ratione* [1678 – 1681 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 264, S. 1388 f. *S.* 17
194. ——. *Du frottement. Essais géométriques en fait de mécanique*. Erste Fassung. [Ende 1675] In: *LSB VIII*, 2 N. 361, S. 343–352. *S.* 748
195. ——. *Du frottement. Essais géométriques en fait de mécanique*. Zweite Fassung [Ende 1675] mit späterem Zusatz [nach Januar 1678]. In: *LSB VIII*, 2 N. 362, S. 353–363. *S.* 748
196. ——. *Dynamica de potentia et legibus natu rae corporeae*. In: *LMG VI*, S. 281–514. *S.* 19, 261, 767

197. (LEIBNIZ, G. W.) *Epistolae ad diversos, theologici, iuridici, medici, philosophici, mathematici, historici et philologici argumenti*. Hrsg. v. H. C. KORTHOLT. 4 Bde. Leipzig 1734–1742. S. 112
198. ——. *Essai de quelques démonstrations mécaniques, du frottement* [Mai 1675]. In: *LSB VIII*, 2 N. 344, S. 319–223. S. 748
199. ——. *Essais scientifiques et philosophiques*. Hrsg. von A. LAMARRA u. R. PALAIA. 3 Bde. Hildesheim, Zürich u. New York 2005. [= LAMARRA/PALAIA 2005] S. 220, 938
200. ——. *Excerpta ex libro Du choc des corps* [letzte Monate 1674]. In: *LSB VIII*, 2 N. 50, S. 422–443. S. 12, 19, 291, 294, 369, 398, 409, 460, 542, 591, 623
201. ——. *Excerpta ex Wallisio cogitatis obiter occurrentibus aucta* [letzte Monate 1674]. In: *LSB VIII*, 2 N. 9, S. 107–121. S. 668
202. ——. *Experimenta novissima pneumatica illustris Hugenii* [25. Juli – 12. Dezember 1672]. In: *LSB VIII*, 1 N. 39, S. 291–323. S. 122, 243, 307
203. ——. *Experimenta pneumatica circa vacuum*. [25. Juli – 12. Dezember 1672] In: *LSB VIII*, 1 N. 40, S. 324–333. S. 243
204. ——. *Extrait d'une lettre de M. L. sur un principe général utile à l'explication des lois de la nature*. In: *Nouvelles de la république des lettres* (1687), S. 744–753. S. 785, 813, 823
205. ——. *Hypothesis physica nova*. Mainz 1671 (*LSB VI*, 2 N. 40, S. 219–257). S. 3, 24, 118, 210, 242, 369, 747, 772
206. ——. *Initia et specimina scientiae novae generalis*. [Frühjahr 1682 (?)] In: *LSB VI*, 4 N. 110, S. 442f. S. 17
207. ——. *La réforme de la dynamique: „De corporum concursu“ (1678) et autres textes inédits*. Hrsg. v. M. FICHANT. Paris 1994. [= FICHANT 1994] S. 19, 380, 390, 396, 400, 409, 422, 429, 448, 460, 468, 474, 488, 498, 505, 516, 520, 524, 527, 528, 530, 531, 534, 536, 540, 541, 542, 545, 546, 548, 551, 553, 556, 560, 564, 565, 567, 569, 575, 576, 577, 578, 584, 588, 593, 597, 598, 599, 627, 629, 631, 633, 636, 637, 638, 639, 641, 642, 643, 645, 647, 651, 653, 657, 659, 668, 937, 938
208. ——. *Machina ad navigationem efficiendam* [Anfang 1672]. In: *LSB VIII*, 1 N. 5, S. 62–64. S. 841
209. ——. *Leibnizens gesammelte Werke*. Hrsg. v. G. H. PERTZ. Dritte Folge: *Mathematische Schriften*. Hrsg. v. C. I. GERHARDT. 7 Bde. Berlin u. Halle 1849–1863. Nachdr. Hildesheim 1962. [= LMG] S. 19, 220, 261, 938
210. ——. *Nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts*. Hrsg. v. E. GERLAND. Leipzig 1906. [= GERLAND 1906] S. 88, 94, 105, 112, 276, 937
211. ——. *Notata quaedam G. G. L. circa vitam et doctrinam Cartesii* [Frühjahr 1689 – Herbst 1689 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 376, S. 2057–2065. S. 785
212. ——. *Oeuvre concernant la physique*. Hrsg. v. J. PEYROUX. Paris 1985. S. 220, 938
213. ——. *Opera omnia. Nunc primum collecta, in classes distributa, praefationibus et indicibus exornata*. Hrsg. v. L. DUTENS. 6 Bde. Genf 1768. [= LOD] S. 112, 220, 938
214. ——. *Paralogismus Galilaeanus de resistentia trabis* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB VIII*, 2 N. 21, S. 176–181. S. 169
215. ——. *Periculosa in Cartesio* [Sommer 1683 – Winter 1684/85]. In: *LSB VI*, 4 N. 288, S. 1475–1478. S. 17
216. ——. *Philosophische Schriften*. Hrsg. v. C. I. GERHARDT. 7 Bde. Berlin u. Halle 1875–1890. Nachdr. Hildesheim 1960–1961. [= LPG] S. 785
217. ——. *Principia mechanica ex metaphysicis dependere*. [Sommer 1678 – Winter 1680/81 (?)] In: *LSB VI*, 4 N. 362, S. 1976–1980. S. 23

218. (LEIBNIZ, G. W.) *Principium quoddam generale non in mathematicis tantum sed et physicis utile* [September – Dezember 1688 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 371, S. 2031–2039. S. 785, 813, 823
219. ——. Promemoria von Mitte (?) September 1686 für das Bergamt zu Clausthal. In: *LSB I*, 4 N. 245, S. 284 f. S. 668
220. ——. *Propositiones quaedam physicae*. Dritter Entwurf [Frühjahr – Herbst 1672 (?)]. In: *LSB VI*, 3 N. 23, S. 11–68. S. 261, 262
221. ——. *Quadratura arithmeticorum communis sectionum conicarum quae centrum habent, indeque ducta trigonometria canonica ad quantamcunque in numeris exactitudinem a tabularum necessitudine liberata, cum usu speciali ad linea rhomborum nauticam aptatumque illi planisphaerium*. In: *AE* (1691), S. 178–182 (*LMG V*, S. 128–140). S. 787
222. ——. *Quomodo penduli motus magnete effici possit* [2. Hälfte 1672]. In: *LSB VIII*, 2 N. 87, S. 722 f. S. 371
223. ——. *Reflexio* [1683 – 1685 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 283, S. 1470 f. S. 17
224. ——. *Resistentia trabis eadem est* [September 1672 – März 1673]. In: *LSB VIII*, 2 N. 20, S. 173–175. S. 169
225. ——. Rezension von I. F. VANNI, *Exegetes physico-mathematicae*. In: *AE* (1687), S. 197 f. S. 735
226. ——. *Schediasma de resistentia medii et motu projectorum gravium in medio resistente*. In: *AE* (1689), S. 38–47 (*LMG VI*, S. 135–143). S. 748, 787, 792
227. ——. *Specimen dynamicum, pro admirandis naturae legibus circa corporum vires et mutuas actiones detegendis et ad suas causas revocandis. Pars I.* In: *AE* (1695), S. 145–157 (*LMG VI*, S. 234–246). S. 771, 832
228. ——. *Summa hypotheseos physicae novae* [zweite Hälfte 1671 (?)]. In: *LSB VI*, 2 N. 48, S. 326–378. S. 3, 369
229. ——. *Sur les phénomènes de l'attachement des corps dans le vide* [Frühjahr 1673]. In: *LSB VIII*, 1 N. 48, S. 417–460. S. 212
230. ——. *Tentamen de motuum coelestium causis* [erste Bearbeitung]. In: *AE* (1689), S. 82–96 (*LMG VI*, S. 144–161). S. 668, 748
231. ——. *Theoria motus abstracti* [Winter 1670/71 (?)]. In: *LSB VI* N. 41, S. 258–276. S. 369
232. ——. *Über Morlands Sprachrohr* [1671]. In: *LSB VIII*, 1 N. 58, S. 553. S. 7
233. ——. Zu Descartes' *Opera philosophica* [1677 – 1687 (?)]. In: *LSB VI*, 4 N. 335, S. 1695–1705. S. 17, 785
234. ——. Zu Descartes' *Principia philosophiae* [Winter 1675/76 – Frühjahr 1676 (?)]. In: *LSB VI*, 3 N. 15, S. 213–217. S. 17, 369, 785
235. ——. Zu Samuel Morland, *Tuba stentorophonica* [1. Hälfte 1671]. In: *LSB VIII*, 1 N. 62, S. 570–571. S. 7
236. LEIBNIZ, J. F. Brief an G. W. Leibniz vom 28. Februar (10. März) 1685. In: *LSB I*, 4 N. 573, S. 684. S. 92, 112
237. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 23. März (2. April) 1685. In: *LSB I*, 4 N. 574, S. 685. S. 92, 112
238. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 8. (18.) April 1685. In: *LSB I*, 4 N. 577, S. 686 f. S. 92, 112
239. LEIDENFROST, F. W. Brief an G. W. Leibniz vom 12. (22.) März 1683. In: *LSB I*, 3 N. 187, S. 223 f. S. 286
240. DE L'HOSPITAL, G. F. A. *Solutio problematis de linea celerrimi descensus*. In: *AE* (1697), S. 217–220. S. 832
241. LINE [LINUS], F. *Tractatus de corporum inseparabilitate; in quo experimenta de vacuo tam Torricelliana quam Magdeburgica et Boyleiana examinantur, veraque eorum causa detecta ostenditur vacuum naturaliter dari non posse; unde et Aristotelica de rarefactione sententia tam contra assertores vacuitatum quam corpusculorum demonstratur. Accessit*

- solutio difficillimi illius problematis Aristotelici de duabus rotis quae, licet valde inaequales, aequales tamen orbitas describunt.* London 1661. S. 243, 336
242. [MAGALOTTI, L.] *Saggi di naturali esperienze, fatte nell'Accademia del Cimento.* Florenz 1666. S. 101, 111, 132, 204, 226
243. MAGIOTTI, R. *Renitenza certissima dell'acqua alla compressione. Dichiara con varijscherzi in occasion d'altri problemi curiosi.* Rom 1648. S. 106
244. MARCI, J. M. *De proportione motus figurarum recti-linearum et circuli quadratura ex motu.* Prag 1648. S. 771
245. MARIOTTE, E. Brief an G. W. Leibniz vom 28. April 1678. In: *LSB III*, 2 N. 163, S. 404–408. S. 169, 225
246. ——. Brief an G. W. Leibniz von März/April 1681. In: *LSB III*, 3 N. 193, S. 373–375. S. 90, 139, 141
247. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 8. August 1681. In: *LSB III*, 3 N. 262, S. 464–465. S. 90, 139, 141
248. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 29. November 1681. In: *LSB III*, 3 N. 297, S. 518–521. S. 90, 139, 141, 146
249. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 20. Juli 1682. In: *LSB III*, 3 N. 376, S. 669–672. S. 169, 225
250. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 31. August 1682. In: *LSB III*, 3 N. 394, S. 705–707. S. 169
251. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 5. Juni 1683. In: *LSB III*, 3 N. 474, S. 829–832. S. 290
252. ——. *Dissertation sur la résistance des solides.* Beilage zum Brief an G. W. Leibniz vom 25. Januar 1683. In: *LSB III*, 3 N. 437, S. 772–776. S. 225
253. ——. *Nouvelle découverte touchant la veüe.* Paris 1668. S. 145
254. ——. *Oeuvres, comprenant tous le Traitez de cet Auteur, tant ceux qui avoient déjà paru séparément, que ceux qui n'avoient pas encore été publiiez.* 2 Bde. Leiden 1717. [= MO] S. 145, 225
255. ——. *Seconde lettre à M. Pequet pour montrer que la Choroide est le principal organe de veüe.* Paris 1671. S. 145
256. ——. *Traité de la percussion ou chocq des corps, dans lequel les principales regles du mouvement, contraires à celles que Mr Des Cartes et quelques autres modernes ont voulu establir, sont démonstrées par leurs veritables causes.* Paris 1673. S. 12, 20, 291, 294, 369, 385, 398, 409, 410, 411, 412, 413, 460, 464, 482, 493, 520, 524, 542, 591, 623, 756, 816, 820, 829, 830, 832
257. MAYOW, J. *De respiratione foetus in utero, et ovo.* In: *Tractatus quinque physico-medicis.* Oxford 1674. S. 10
258. ——. *Tractatus quinque medico-physici: Quorum primus agit de sal-nitro et spiritu nitro-aereo. Secundus de respiratione. Tertius de respiratione foetus in utero, et ovo. Quartus de motu musculari et spiritibus animalibus. Ultimus de rhachitide.* Oxford 1674. S. 10
259. MENCKE, O. Brief an G. W. Leibniz vom 16. (26.) Juli 1684. In: *LSB I*, 4 N. 391, S. 475 f. S. 174
260. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 14. (24.) Oktober 1686. In: *LSB I*, 4 N. 499, S. 600 f. S. 735
261. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 2. (12.) März 1687. In: *LSB I*, 4 N. 521, S. 628. S. 735
262. MERSENNE, M. *Ballistica et acontismologia, in qua sagittarum, iaculorum et aliorum missilium iactus et robur arcuum explicantur.* Paris 1644. S. 54, 67, 295
263. ——. *Harmonicorum libri duodecim: In quibus agitur de sonorum natura, causis et effec-*

- tibus: de consonantiis, dissonantiis, rationibus, generibus, modis, cantibus, compositione orbisque totius harmonicis instrumentis.* Paris 1648. S. 161
264. (MERSENNE, M.) *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique.* 2 Bde. Paris 1636–1637. S. 109, 113, 114, 117, 128, 135, 358, 359
265. DE MONCONYS, B. *Journal des Voyages.* 3 Bde. Lyon 1665–1666. S. 371, 372, 529, 599, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 621, 622
266. MORE, H. Brief an R. Descartes vom 23. Juli 1649. In: *DL I* (1657), Nr. 70, S. 366–385 (*DO V*, Nr. 564, S. 376–390). S. 102, 113
267. MORHOF, D. G. *Stentor ὑαλοκλαστής sive De scypho vitreo per certum humanae vocis sonum fracto ... dissertatio, qua soni natura non parum illustratur.* 2. vermehrte Ausg. Kiel 1682. S. 117, 136, 204
268. MORLAND, S. *Tuba stentoro-phonica, an instrument of excellent use, as well at sea, as at land; invented and variously experimented in the year 1670.* London 1672. [Marg.] S. 7
269. NEWTON, I. *De ratione temporis quo grave labitur per rectam datam duo puncta conjungentem, ad tempus brevissimum quo, vi gravitatis, transit ab horum uno ad alterum per arcum cycloidis.* In: *PT*, 19 (1697), S. 424f. S. 832
270. ——. *Philosophiae naturalis principia mathematica.* London 1687. [Marg.] S. 747, 748, 755, 759
271. PAPIN, D. Brief an G. W. Leibniz vom 29. November (9. Dezember) 1695. In: *LSB III*, 6 N. 179, S. 558–562. S. 790, 792
272. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 2. (12.) Juli 1696. In: *LSB III*, 7 N. 2, S. 19–21. S. 791
273. PARENT, A. *Élémens de mécanique et de physique.* Paris 1700. S. 461, 800, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832
274. ——. *Loy universelle pour quelque multitude de corps que ce soit, dans quelque proportion de masse, de vitesse, de ressort, de dureté ou de molesse que ce puisse être.* In: *JS* (1699), S. 197–200. S. 810, 829
275. PASCAL, B. *Oeuvres.* Hrsg. v. P. BOUTROUX, L. BRUNSCHVIG u. F. GAZIER. 14 Bde. Paris 1904–1914. Nachdr. Vaduz 1965. [= *PO*] S. 209, 645
276. ——. *Traitez de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air, contenant l'explication des causes de divers effets de la nature qui n'avoient point été bien connus jusques ici, et particulièrement de ceux que l'on avait attribués à l'horreur du vide.* Paris 1663 (*PO III*, S. 141–292). S. 209, 645
277. PERRAULT, C. *Du bruit.* In: *Essais de physique.* Bd II. Paris 1680. S. 146
278. ——. *Essais de physique, ou recueil de plusieurs traitez touchant les choses naturelles.* 4 Bde. Paris 1680–1688. S. 146
279. PFAUTZ, C. Rezension von I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica,* London 1687. In: *AE* (1688), S. 303–315. S. 747, 759
280. PSEUDO-PLUTARCH. *Placita philosophorum (Epitome).* In: *Doxographi Graeci.* Hrsg. v. H. DIELS. Berlin 1879. S. 273–444. S. 94, 114, 205
281. RAMAZZINI, B. *Epistolario.* Modena 1964. S. 331
282. REGNAULD, F. Brief an B. de Monconys vom 21. Dezember 1655. In: B. DE MONCONYS, *Journal des Voyages.* Bd III. Lyon 1666. S. 52–56. S. 371, 372, 529, 599, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 619, 621, 622, 626
283. RENAU D'ELIÇAGARAY, B. *Théorie de la manœuvre des vaisseaux.* Paris 1688. S. 827
284. RIVINUS, Q. S. F. Brief an G. W. Leibniz vom 8. (18.) April 1685. In: *LSB I*, 4 N. 578, S. 687. S. 146

285. (RIVINUS, Q. S. F.) Entwurf eines Vertrages. Beilage zum Brief an G. W. Leibniz vom 8. (18.) April 1685. In: *LSB I*, 4 N. 579, S. 688 f. S. 146
286. ROBINET, A. *G. W. Leibniz Iter Italicum (Mars 1689 – Mars 1690). La dynamique de la République des Lettres. Nombreux textes inédits.* Florenz 1988. S. 331
287. ROHALUT, J. *Traité de physique. Première partie.* 2. Ausg. Paris 1672. S. 6, 94, 95, 117, 140
288. SCHEEL, G. *Einleitung.* In: *LSB I*, Supplementband Harzbergbau 1692–1696, S. XXV–XLV. S. 274
289. SCHELHAMMER, G. C. Brief an G. W. Leibniz vom 8. (18.) November 1680. In: *LSB III*, 3 N. 124, S. 284–286. S. 90, 148
290. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 31. Dezember 1680 (10. Januar 1681). In: *LSB III*, 3 N. 153, S. 317 f. S. 90, 148
291. ——. Brief an G. W. Leibniz vom 13. (23.) April 1681. In: *LSB III*, 3 N. 206, S. 394–399. S. 90, 95, 105, 117, 118, 134
292. ——. *De auditu liber unus. Quo plerorumque omnium doctorum sententiae examinantur et auditus ratio nova methodo, ex ipsius naturae legibus, explicatur.* Leiden 1684. S. 90, 92, 132, 134, 145, 148, 149, 150
293. SCHMIDT, J. A. Brief an G. W. Leibniz vom 7. Januar 1701. In: *LSB I*, 19 N. 164, S. 335. S. 800
294. SCHRADER, F. Brief an G. W. Leibniz vom 28. November (8. Dezember) 1681. In: *LSB III*, 3 N. 298, S. 521–523. S. 10
295. SCHULLER, G. H. Auszug aus einem Brief von E. W. Tschirnhaus (1677). In: *LSB III*, 2 N. 33, S. 78 f. S. 772
296. SINCLAIR, G. *Ars nova et magna gravitatis et levitatis. Sive dialogorum philosophicorum libri sex de aeris vera ac reali gravitate, etc.* Rotterdam 1669. S. 841, 842, 843
297. SIVER, H. Brief an G. W. Leibniz vom 6. (16.) Juni 1678. In: *LSB II*, 1 (2006) N. 179, S. 626–628. S. 159
298. SOHIER, G. J. *Nouveau systeme de la percussion des corps.* In: *JS* (1696), S. 211–214. S. 790, 791, 792, 794, 796
299. TARTAGLIA, N. *Nova scientia.* 2. Ausg. Venedig 1550. S. 694
300. TORRICELLI, E. Brief an Ricci vom 11. Juni 1644. In: C. DATI, *Lettera a Filaleti di Timau-ro Antiente della vera storia della cicloide e della famosissima esperienza dell'argento vivo.* Florenz 1663, S. 20 f. (*TO III*, S. 39–318). S. 337
301. ——. *De motu gravium naturaliter descendentium et projectorum libri duo.* In: *Opera geometrica.* Florenz 1644. S. 388, 645
302. ——. *Opere.* Hrsg. v. G. LORIA u. G. VASSURA. 4 Bde. Faenza 1919. [= *TO*] S. 337, 388, 645
303. VANNI, G. *Exegeses physico-mathematicae de momentis gravium, de vecte ac de motu aquabiliter accelerato.* Rom 1685. S. 735
304. DE VARIGNON, P. *Projet d'une nouvelle mécanique avec un examen de l'opinion de M. Borelli, sur les propriétés des poids suspendus par des cordes.* Paris 1687. S. 828
305. VITRUVIUS. *De architectura libri decem.* Hrsg. v. F. KROHN. Leipzig 1912. S. 158
306. WALLIS, J. *A Summary Account given by Dr. John Wallis, of the General Laws of Motion, by way of Letter written by him to the publisher, and communicated to the royal Society, Novemb. 26. 1668.* In: *PT*, 3 (1668), S. 864–866. S. 13, 461, 493, 524, 623, 829
307. ——. *Letter to the Publisher, concerning a new Musical Discovery; written from Oxford, March 14, 1677.* In: *PT*, 12 (1677), S. 839–842. S. 101, 135, 136
308. ——. *Mechanica sive De motu tractatus geometricus.* 2 Bde. London 1670–1671 (*WO I*, S. 570–1063). S. 20, 95, 193, 287, 385, 460, 464, 493, 524, 623, 693, 694, 816, 829

309. (WALLIS, J.) *Opera mathematica*. 3 Bde. Oxford 1693–1699. Nachdr. Hildesheim 1972. [= WO] S. 20, 193, 287, 385, 460, 464, 493, 524, 623, 693, 694, 816, 829
310. WREN, C. *Theory concerning the same Subject, imparted to the R. Society Decemb. 17. last, though entertain'd by the Author divers years ago, and verified by many Experiments, made by Himself and that other excellent Ma-*
- thematician M. Rook before the said Society, as is attested by many Worthy Members of that Illustrious Body. In: PT, 3 (1668), S. 867f. S. 13, 461, 493, 623, 750, 829*
311. ZABARELLA, J. *De rebus naturalibus libri triginta. Quibus quaestiones quae ab Aristotelis interpretibus hodie tractari solent, accurate discutiuntur*. Frankfurt am Main 1617. S. 114

SACHEN

Einträge in dieses Verzeichnis erfolgen in der jeweils von Leibniz verwendeten Sprache. Die Reihenfolge der Einträge ist rein alphabetisch bestimmt, eine systematische Gliederung findet nicht statt. Es wird nach Seiten zitiert.

- | | |
|---|--|
| aberratio, 612
abjectio, 742
abreptio, 534, 585, 586, 588, 600, 626, 629
abreptio cum percussione, 587, 588
abreptio quiescentis, 633
abreptio simplicis, 589
abreptio sine percussione, 587, 588
absolutum in motu, 462
absurditas, 501, 562, 572, 630
absurdum, 86, 292, 336, 338, 354, 530, 544,
554–557, 559, 562, 570, 574, 587, 591, 613, 635,
639, 648, 739
Académie Royale d'Architecture, 225
Académie Royale des Sciences, 90, 141, 802, 827
Academia regia (Académie Royale des Sciences),
225, 827, 828
Accademia del Cimento, 101, 111, 132
acceleratio, 23, 77, 78, 376, 645, 728
acceleratio aequalis, 54
acceleratio difformis, 694
acceleratio gravium, 753
acceleratio uniformis, 694
acceleration, 804
acceleration uniforme, 820
accessio ad terminum, 344, 346, 349, 352, 353
accessio ad terminum nova, 352
accessio effectus causae, 635
accessio formalis, 346
accessio localis, 346
accessio longitudinis, 326
accessio nova, 352
accessus, 749
accessus ad terminum, 344–346
accessus ad terram, 637
accessus et recessus aequales, 762
accessus formalis, 346 | accessus restitutio ad terminum, 352
acier, 290
actio, 149, 425
actio alia, 346
actio circularis, 413
actio corporis, 628
actio corporis in corpus, 362
actio corporum, 655
actio corporum in se invicem, 496
actio elaterii, 291
actio mutua, 382
actio opposita, 477
actio orta a sollicitatione, 346
action du ressort, 294
actus, 139, 148, 315
actus restitutio, 32
actus tendendi, 32
acumen, 160
addensatio aeris, 149
additamentum celeritatis, 303
additamentum potentiae, 303
additio, 239
additio celeritatis, 303, 424
additio logarithmorum, 160
adhaesio aeris, 130
adhaesio tabulae, 193
aditus aeris, 210, 211
aditus sufficiens, 247, 249
aequalitas, 81
aequalitas celeritatis centri gravitatis, 654
aequalitas corporum concurrentium, 563, 604,
612, 622, 658
aequalitas magnitudinum corporum, 566
aequalitas velocitatis, 566
aequalitas virium corporum concurrentium, 654
aequatio, 62, 73, 199, 279, 283, 324, 356, 357, 536, |
|---|--|

553, 554, 557, 562, 595, 596, 642, 644, 652–654, 742–745	aer attractus, 125
aequatio ad parabolam, 203	aer circumfusus, 246
aequatio altior, 597	aer circumjacens, 5
aequatio calculi differentialis, 254	aer circumstans, 108
aequatio communis, 202	aer communis, 122, 243, 244, 247, 277
aequatio comparatitia, 253	aer comprehensus, 248
aequatio curvae, 202	aer compressus, 4, 5, 26, 98, 106–108, 123–125, 127, 204, 277–279, 281, 284, 285, 307, 308, 311, 314–316, 333, 343, 673
aequatio determinata, 253	aer comprimentus, 313
aequatio differentialis, 181, 202, 251, 253	aer contractus, 125
aequatio divisa, 251	aer crassior, 244
aequatio falsa, 580	aer diductio resistens, 210
aequatio identica, 252	aer diductus, 125
aequatio imperfecta, 280	aer diffusus, 285
aequatio impossibilis, 579	aer dilatatus, 98, 107, 108, 122, 124, 125, 127, 242, 243, 277, 278
aequatio infallibilis, 637	aer distractus, 125
aequatio infinita, 253	aer divisus, 100, 102
aequatio logarithmica, 284	aer elasticus, 309
aequatio possibilis, 181	aer exantlandus, 211
aequatio potentialis, 284	aer exhaustus, 108
aequatio satisfaciens quaesito, 253	aer expulsus, 98, 107, 123, 219
aequatio simplex, 202	aer externus, 122, 142, 144, 155, 211, 213, 242, 314
aequatio summatoria, 253	aer immissus, 139
aequatio summatrix, 214	aer impingens, 120
aequatio transcendens, 202	aer implantatus, 142, 144, 155, 157
aequatio transcendentalis, 202	aer inclusus, 109, 139–143, 155, 211, 213, 242, 247, 277, 279, 281, 292, 311, 314, 316, 337
aequatio transposita, 750	aer incumbens, 97, 99, 131, 314
aequidifferens, 254	aer ingressus, 109
aequilibratio, 338	aer interceptus, 125, 211
aequilibrium, 178, 191–193, 197, 213, 242, 278, 285, 289, 307, 313, 316, 337, 339, 362, 377, 669, 670, 672	aer internus, 242
aequilibrium librae, 647, 648	aer irruens, 124–127
aequipollens, 631	aer liber, 144, 189, 218, 314
aequipollentia, 405	aer medius, 113, 132, 754
aequipollentia causae et effectus, 277, 628, 632	aer novus, 107, 124
aequipollentia dissimilitudinem compensans, 632	aer ordinarius, 5, 108, 126, 241, 242
aer, 94, 95, 97, 102, 104–106, 111, 113, 114, 121, 123, 140, 148–150, 152, 157, 209, 210, 337–339, 380, 655, 693	aer percussus, 98, 106, 107, 109
aer acusticus, 144	aer proximus, 133
aer admissus, 177	aer pulsatus, 100, 125, 127
aer aerem pulsans, 126	aer purus, 110, 130
aer aeri concurrens, 119, 126	aer rarefactus, 106, 337
aer ambiens, 108, 109, 124, 127, 130, 148, 277	aer rarus, 110
	aer resistens, 622, 754

aer satis crassus, 754
 aer se restituens, 308, 315, 316
 aer sonanti propinquus, 124
 aer sonorus, 160
 aer subintrans, 188
 aer subtilior, 244
 aer subtilis, 212, 244
 aer tensus, 98, 102, 124, 125, 277
 aer tremens, 149
 aer tympani, 155, 157
 aer unisonus, 110, 137
 aer vibrans, 100, 103, 111, 125, 126, 131, 133
 aer vicinus, 103, 108, 124, 125, 127
 aes, 129
 aestimatio, 195, 346
 aestimatio celeritatis, 650
 aestimatio Geometrae, 239
 aestimatio tensionis, 339
 aestimatio virium, 623, 650, 687, 690
 aestimatio virium ex altitudine, 636
 aether, 150, 242, 342, 343, 683, 690, 694
 aether deorsum pellens, 690
 aether impellens, 754
 aether subtilissimus, 754
 Aetna, 783
 affectio aeris, 114
 affectio aquae, 114
 affectio sensorii, 140
 agens, 289, 372, 606, 614
 agens unum idemque, 342
 agger, 120
 aggregatum celeritatum, 576
 aggregatum corporum, 390, 628, 650
 aggregatum corporum sibi relictum, 396
 aggregatum incrementorum, 303
 aggregatum potentiae, 322, 677
 aggregatum potentiarum, 302
 aggregatum solicitationis, 346
 aggregatum solicitationum, 352
 aggregatum tensionum, 182
 aggregatum virium, 695
 agitatio, 136, 322
 air, 290, 522
 alabaster, 129
 algebra, 202

altitudines corporibus reciproce proportionales, 672
 altitudo, 372, 378, 689
 altitudo ascensus, 636
 altitudo attollendi, 672
 altitudo centri gravitatis, 194, 196
 altitudo columnae aquae, 631
 altitudo descensus, 626, 636
 altitudo eadem, 650
 altitudo incidentiae, 671
 altitudo lapsus, 271, 278, 284, 285
 altitudo seu effectus, 672
 altitudo trabis, 180, 230
 altitudo ut quadratum celeritatis, 623
 ambiguitas signorum, 602
 ambiguitas sublata in aequatione, 750
 ambitus corporis, 206
 amicus, 113
 analogia, 62, 269
 analogia inter homogenea, 357
 analysis, 202
 analysis ultima, 207
 analyticus, 197
 anastomosis, 155
 anatomici veteres, 142
 anatomicus, 155, 156
 angulus, 9, 55, 74, 77, 78, 304, 677
 angulus acutus, 703, 704, 718, 719
 angulus bisectus, 764
 angulus centri gravitatis, 654
 angulus corporis excipientis, 653, 654
 angulus directionum, 704
 angulus incidentiae, 715
 angulus incursus rectus, 658
 angulus infinite parvus, 758
 angulus obliquitatis, 288
 angulus obliquus, 686, 687, 694–696, 703
 angulus obtusus, 703, 718, 719
 angulus rectus, 77, 685–687, 694, 696, 703, 718, 719
 angulus rectus mobilis, 183, 190, 191
 angulus reflexionis, 715
 angulus semirectus, 378
 angulus summe acutus, 703, 719
 angulus summe obtusus, 703, 718

- angustia, 210, 244, 245
 angustia spatii, 85
 animal, 18, 157
 animus, 5, 24, 34, 79, 176, 316, 319, 533, 546, 655
 anisocylus, 158
 annotatio, 212, 560
 annotatiuncula, 254
 annulus ferreus, 98
 annus, 304
 apertura coni, 9
 apex coni, 8
 apex montis, 106, 110
 apophysis mallei, 153
 apophysis mastoeides, 152, 153, 156
 apophysis styloeides, 156
 apotome, 162, 163, 165
 apotome major, 162, 163, 165, 167
 apotome minor, 161–165, 167
 apotome reformata, 164, 166, 167
 apparentia, 484, 508, 510, 511, 533
 apparentia servata, 636
 applatissement, 521, 522
 appropinquatio, 409, 427, 445, 765
 appropinquatio ad similitudinem, 633
 appropinquatio aestimanda, 650
 aptitudo ad sonum, 120
 aqua, 22, 94, 106, 120, 122, 150, 208, 218, 235,
 244, 245, 270, 339, 388
 aqua agitata, 208
 aqua cum vento concurrens, 653
 aqua exilians, 631
 aqua fervens, 208
 aqua repercutiens, 96, 118
 aquaeductus, 152, 153
 aquositas, 116
 aranea, 246
 arbitrium, 72, 86, 270, 284, 318, 336, 355, 586
 arc, 804
 arc tendu, 291
 arcanum compositionis motuum, 658
 arcanum naturae, 357
 arcus, 123, 385
 arcus circularis, 297
 arcus circuli, 8, 9, 56, 57, 60–62, 73, 74, 77, 78,
 289, 303, 304
 arcus compressus, 23
 arcus diductus, 23
 arcus duo magni aequales, 385
 arcus elasticus, 4
 arcus quadrantis, 356
 arcus tensus, 23, 79, 110, 210, 318, 319
 area, 358
 area ellipseos, 755
 area ex centro radiis abscissa, 755
 area tempori proportionalis, 755
 area trilinea, 360
 areae aequales, 755, 758
 argumentum, 41, 94, 225, 336, 542, 568
 argumentum a similis, 572
 argumentum ad caetera, 531
 argumentum demonstrativum, 572
 argumentum firmum, 545
 argumentum probabile, 572
 ἔρηντος, 206
 ars compendiosa, 255
 ars naturae, 109
 arteria, 151, 155, 156
 articulus, 354
 artifex, 7
 artificium, 202
 artificium inveniendi, 253
 artificium naturae, 95, 100, 105, 113, 115, 207, 244
 ascensus, 378, 606, 672, 683
 ascensus centri gravitatis, 652, 763
 ascensus corporis excipientis, 622–624
 ascensus corporis minoris, 614
 ascensus librae, 647, 648
 ascensus penduli, 606–613, 615, 616, 619, 620,
 622–625
 ascensus soni, 136
 ascensus ut effectus, 623
 ascensus ut quadratum celeritatis, 623
 assecutio, 410
 assimilatio causae et effectus, 628, 629
 assimilatio effectus causae, 624, 635
 assimilatio status praecedentis et sequentis, 628
 assumptum Galilaei, 754
 asymptotos, 281, 282, 536
 atomus, 205, 207, 729
 ἄτοπος, 351

- attractio corporum, 362
 attractio ponderis, 339
 auctio continua, 566
 auditus, 104, 113, 145, 148, 157, 158, 160
 augmentum motus, 655
 augmentum virium, 388, 557, 587
 auris, 6, 95, 105, 115, 117, 143, 149, 151, 156, 157
 avis, 158
 avis Norwegica, 209
 avulsio, 101, 196
 avulsio trabis, 195, 196
 axe de l'agitation, 523
 axioma, 40, 148, 510, 655
 axis, 7, 183, 239, 345, 346
 axis aequilibrii, 199, 201, 655
 axis curvae, 253
 axis librationis, 228, 239
- bacillus, 715
 baculus, 11, 94, 98, 104, 118, 208, 270, 385, 678
 baculus flexus, 137, 188, 204, 226
 baculus mobilis, 14
 baculus rotatus, 115
 baculus ruptus, 14
 baculus transversus, 287
 baculus vitris superpositus, 14
 balista, 689
 balle, 295
 ballon, 522
 ballon enflé, 521
 ballon enflé d'eau, 522
 basis chordae, 39, 85, 86
 bateau, 796, 798
 bilanx, 671
 Billard, 411, 715
 bombarda, 149
 bombyx, 246
 boule, 291, 412, 521, 522
 boule de terre glaise, 521, 522
 boulet, 292, 294, 295
 brachium, 195, 403, 419
 brachium librae, 647, 670, 671
 bruit, 521
 bulla, 207
 bulla aquae, 205
- bulla oblonga, 206–208
 calcul considerable, 180
 calculus, 163, 186, 199, 212, 251, 279, 284, 315, 350, 376, 540, 546, 549, 554, 561, 576, 581, 591, 594, 599, 604, 605, 607, 620, 622, 625–627, 636, 644, 652, 657, 737, 739, 740
 calculus absolvens, 355
 calculus ascensus, 624
 calculus continuationis, 624
 calculus contrarius, 86
 calculus differentialis, 254, 831
 calculus facilis, 197
 calculus facillimus, 575
 calculus falsus, 618
 calculus generalior, 538, 547
 calculus implicans, 757
 calculus ingeniosus, 225
 calculus memorabilis, 280
 calculus mirificus, 81
 calculus nullius momenti, 577
 calculus probus, 86
 calculus transcendens, 202
 calculus turbatus, 345
 calor, 116, 133
 calor materiae, 245
 camera clausa, 278
 campana, 218, 219
 campana sonans, 116
 canales semicirculares, 141–143, 145, 154–158
 canalis cochleae, 141–143, 155
 canon, 292, 294, 295
 capacitas corporis, 24
 capacitas tubi, 247, 338, 339
 captus, 357
 caput, 586
 carbo, 116
 carbo accensus, 115
 carbo ligneus, 116
 carbo timnians, 116, 129
 carotides arteria, 155
 cartilago, 151, 153, 157
 casus, 109, 180, 206, 216, 273, 316, 336, 338, 349, 357, 376, 555, 563, 564, 566, 572, 612, 622, 639, 739, 744, 762

- | | |
|--|---|
| <p>casus aequalitatis, 563
 casus aequalitatis corporum, 575, 612
 casus aequivalens, 336
 casus alienus a natura rerum, 15
 casus alius, 673
 casus combinatus, 576
 casus concursus, 583
 casus concursuum, 542, 544, 547
 casus corporum aequalium, 583
 casus de motu, 576
 casus determinatus, 289
 casus duplex, 577
 casus facilior concursus, 663
 casus fictionis, 571
 casus impossibilis, 580
 casus inanis, 15
 casus incursus, 586, 591, 592
 casus notus, 575, 576
 casus occursus, 589, 592
 casus progressus, 577, 580
 casus propositus, 304
 casus quietis, 563, 567, 572, 575, 584, 657
 casus rejectus, 532
 casus repulsae, 577, 581
 casus simplicior concursus, 667
 casus specialis, 197, 198, 238
 casus tensionis, 297
 casus ultimi, 350, 351
 casus varians, 130
 catena, 831
 causa, 23, 40, 80, 110, 115, 116, 150, 225, 291,
 372, 387, 726, 760
 causa adhaesionis, 188, 189, 218
 causa apprens, 21
 causa compressionis, 209
 causa conatus duplicitis, 765
 causa connexionis, 262
 causa dilatationis, 209
 causa discreta, 637
 causa effectui assimilata, 624
 causa elasticitatis, 121
 causa elastri, 120
 causa et effectus, 627–630, 632
 causa explicanda, 363
 causa generationis, 245</p> | causa gravitatis, 423, 650
causa imperfectionis, 387
causa in natura, 650
causa integra, 627, 628
causa isochronismi, 111
causa lucrationis, 648
causa motus immediata, 21
causa motus mediata, 21
causa multiplex, 245
causa particularis, 13
causa percussionis, 650
causa plena, 387, 627, 628
causa propinquā effectui, 763
causa proportionalis, 242
causa recessus, 693
causa reflexionis, 118
causa resistendi, 729
causa resistantiae, 211
causa restituens, 25, 39
causa restitutionis, 79, 99, 120, 204, 206
causa rupturae, 24
causa sapientissima, 624
causa similis effectui, 763
causa soni propinquā, 120
causa soni remota, 120
causa sympathiae, 113
causa tensionis, 30
causa tractionis, 130
causa tremoris, 124
causa turbationis, 5
causa vera resiliationis et reflexionis, 387
causae duae indiscernibles, 508
cause, 792
caverna, 109, 130
cavitas, 263
cavitas auris, 139, 140, 144, 152, 154
celeritas, 80, 118, 149, 278, 372, 380–382, 384–386,
389, 417–419, 511, 577, 664, 687, 695–697
celeritas abreptionis, 585, 600
celeritas absoluta, 590
celeritas accelerata, 466, 467
celeritas accessionis, 722
celeritas accessus corporum concurrentium, 650
celeritas acquirenda, 317
celeritas acquisita, 51, 56, 57, 60, 134, 303, 316 |
|--|---|

- celeritas addita, 574
 celeritas ademta, 622
 celeritas aequalis, 428, 753
 celeritas aequalis contraria, 504
 celeritas aeris, 107
 celeritas aestimata, 650
 celeritas amissa, 315, 317
 celeritas ante concursum, 540, 622, 651
 celeritas ante ictum, 751
 celeritas ante incursum, 563, 571
 celeritas antecessus, 574
 celeritas apparenſ, 508, 558
 celeritas apparenſ appropinquationis, 508
 celeritas apparenſ separationis, 508
 celeritas appropinquandi, 508, 673
 celeritas appropinquationis, 409, 470, 472, 508,
 558, 590, 591, 649, 714
 celeritas ascensus, 376, 607, 610, 612, 613, 616,
 619, 620, 622, 625
 celeritas centri, 418, 493, 767
 celeritas centri gravitatis, 376, 418, 423, 449, 466,
 506, 510, 539–541, 556, 640, 646, 650, 695, 699,
 706, 712, 722, 737, 745, 764
 celeritas centri potentiae, 495
 celeritas communicata, 316, 319
 celeritas communicata post ictum, 622
 celeritas communicata quiescenti, 622
 celeritas communis, 540, 568, 571, 573, 574, 582,
 588, 629
 celeritas concepta, 55
 celeritas concursu quaesita, 428
 celeritas concursus, 493, 517, 583, 630
 celeritas concursus ponderibus reciproca, 649
 celeritas concursus reciproca magnitudini, 638
 celeritas continuata, 636
 celeritas continuationis, 607, 616, 618, 620, 622,
 625
 celeritas continue crescens, 359
 celeritas corpori minori data, 633
 celeritas corporibus reciproca, 651
 celeritas corporis abripientis, 587
 celeritas corporis assequentis, 573
 celeritas corporis comprimentis, 309, 310, 315
 celeritas corporis concurrentis, 543
 celeritas corporis excipientis, 537, 538, 563,
 571–573, 575, 582, 598–603, 640, 654
 celeritas corporis impacti, 302, 761
 celeritas corporis impellentis, 531
 celeritas corporis impingentis, 300, 301, 761
 celeritas corporis impulsi, 317, 531, 555, 603
 celeritas corporis incurrentis, 535–538, 540, 546,
 552, 555, 560, 563, 567, 568, 571, 573, 575, 576,
 581, 589, 590, 600, 601, 603, 630, 633, 654
 celeritas corporis incurrentis post incursum, 634
 celeritas corporis ingredientis, 13
 celeritas corporis insequentis, 564
 celeritas corporis majoris, 633
 celeritas corporis majoris retenta, 633
 celeritas corporis minoris, 629, 638
 celeritas corporis praecedentis, 563, 573
 celeritas corporis tensi, 319
 celeritas corporum concurrentium, 590, 591, 642,
 643, 649–651, 737, 741
 celeritas corporum concurrentium aequalis, 739
 celeritas corporum occurrentium, 590, 737
 celeritas corpusculi impellentis, 754
 celeritas depositione quaesita, 348
 celeritas descensus, 376, 607, 610, 612, 613,
 618–620, 622, 625
 celeritas destructa, 574
 celeritas directionis componentis, 700
 celeritas discessus, 542, 543
 celeritas distributa, 271
 celeritas ducta in corpus, 517
 celeritas duplo major quam reciproca, 639
 celeritas excessus, 629
 celeritas excipientis, 574, 598
 celeritas expressa per spatium, 753
 celeritas globi impingentis, 271
 celeritas globi nova, 374
 celeritas globi prior, 374
 celeritas ictus, 13, 558
 celeritas in pondus ducta, 517
 celeritas in ratione subduplicata altitudinum, 636
 celeritas in statu perpendiculari quaesita, 622
 celeritas inaequalis, 629
 celeritas incurrentis post concursum, 605
 celeritas incursus, 534, 535, 537, 544–547, 571,
 574, 582, 585, 588, 591, 604, 605, 628, 634

- | | |
|---|--|
| <p>celeritas infinita, 80, 567
 celeritas infinite parva, 487, 634, 727, 731, 754
 celeritas infinitesima, 731
 celeritas liquidi, 645
 celeritas magna, 21
 celeritas major, 572, 576, 584, 629
 celeritas major quam reciproca magnitudini, 639
 celeritas manens eadem, 629
 celeritas maxima, 318
 celeritas mediocris, 389
 celeritas minor, 572, 575, 576, 583, 584, 629, 630
 celeritas minoris, 585
 celeritas mortua, 728, 731
 celeritas motus centripeti, 755
 celeritas percussionis, 106, 300
 celeritas permutata, 533
 celeritas post concursum, 534, 540, 543, 546, 551, 593, 637, 651
 celeritas post ictum, 653, 751
 celeritas post incursum, 563, 571, 581, 586
 celeritas post percussionem, 601
 celeritas praesens, 310
 celeritas prior, 754
 celeritas progressionis, 564, 571
 celeritas progressus, 534, 563, 565, 579, 581, 583, 587, 590
 celeritas propria, 409, 470
 celeritas propulsionis, 658
 celeritas quaesita, 51, 61, 310, 317, 318, 623, 636, 645
 celeritas quaesita a corpore impulso, 754
 celeritas recessionis, 722
 celeritas recessus, 714
 celeritas recessus corporum concurrentium, 650
 celeritas reciproca, 495, 503, 639, 737
 celeritas reciproca magnitudini, 639, 737
 celeritas reditiois aequalis, 629
 celeritas reflexionis, 607, 671, 672, 737
 celeritas repulsae, 545–547, 555, 571, 583, 592, 602
 celeritas residua, 314, 534, 535, 537, 546, 571, 581, 585
 celeritas residua post ictum, 622
 celeritas respectiva, 412, 706, 708, 714, 717, 720–723, 725, 727
 celeritas respectiva ante ictum, 762</p> | <p>celeritas respectiva in centro gravitatis, 762
 celeritas respectiva post ictum, 762
 celeritas restituendi, 45
 celeritas restitutionis, 5, 33, 36, 70, 72, 78, 80, 82, 121, 300, 316, 318, 358, 360, 673
 celeritas satis notabilis, 754
 celeritas separationis, 493, 508
 celeritas soni, 6, 111
 celeritas uniformis, 111, 466, 645
 celeritas ut diagonalis, 756
 celeritas vera post ictum, 757
 celeritas vibrandi, 67, 68
 celeritas vibrationis, 65, 70, 111, 128, 327, 328
 celeritas viva, 728, 731
 celeritates aequales, 391, 427
 celeritates aliae quam ponderibus reciproce proportionales, 673
 celeritates contrariae, 466
 celeritates corporibus reciproce proportionales, 672
 celeritates in ratione reciproca corporum, 591
 celeritates inaequales, 390, 716
 celeritates permutatae, 739
 celeritates ponderibus reciproce proportionales, 673
 celeritates reciprocae, 481, 484
 celeritates reciprocae corporibus, 517
 celeritates reciprocae magnitudinum, 709, 717
 celeritates reciprocae moli, 492, 494
 celeritates reciprocae ponderi, 492
 celeritates reciprocae potentis, 496
 celeritates reciproce proportionales, 468, 493
 centre commun, 810
 centre commun de gravité, 402
 centre d'oscillation, 820
 centre de force, 816, 818, 819
 centre de gravité, 400, 522, 793, 803, 810, 816
 centre de masse, 808, 810, 816, 819
 centre de percussion, 816–818, 820
 centre de temps, 819, 820
 centrum, 95, 287, 289, 393
 centrum agitationis, 322
 centrum circuli, 9, 302
 centrum commune, 289
 centrum concursus, 427</p> |
|---|--|

centrum gravitatis, 214, 287, 289, 294, 322, 346,
 362, 375–378, 387, 388, 390–392, 396, 397, 403,
 412, 417, 418, 421, 423, 452, 453, 466, 467, 482,
 483, 486, 487, 492, 496, 499, 500, 502, 504, 509,
 510, 515–517, 525, 537, 539, 541, 547, 549,
 553–557, 561, 562, 578, 580, 621, 639–644, 650,
 652, 653, 655, 666, 667, 675, 680, 704, 707, 709,
 712, 716, 719, 720, 722, 736–741, 744–746,
 749–751, 755, 761, 762
 centrum gravitatis aequaliter procedens, 390, 391
 centrum gravitatis ascendens, 645, 646
 centrum gravitatis chordae, 360
 centrum gravitatis commune, 662, 676, 679, 686,
 698, 699, 706, 709, 726, 752, 761, 763, 764
 centrum gravitatis commune corporum, 427
 centrum gravitatis commune trium corporum, 695
 centrum gravitatis corporis, 656
 centrum gravitatis corporum concurrentium, 647,
 650, 651
 centrum gravitatis corporum in libra, 647, 648
 centrum gravitatis corporum in tubo, 646
 centrum gravitatis deorsum tendens, 645
 centrum gravitatis depressum, 646
 centrum gravitatis descendens, 645, 646
 centrum gravitatis eadem semper celeritate
 procedens, 421
 centrum gravitatis eodem modo movens, 648
 centrum gravitatis eodem modo progrediens, 648
 centrum gravitatis figurae, 216
 centrum gravitatis in eadem recta aequaliter
 progrediens, 387
 centrum gravitatis in easdem partes tendens, 638
 centrum gravitatis in easdem semper partes iens,
 500
 centrum gravitatis in linea recta aequaliter
 descendens, 388
 centrum gravitatis in plano, 655
 centrum gravitatis in solido, 655
 centrum gravitatis in superficie positum, 656
 centrum gravitatis lancis librae, 648
 centrum gravitatis lineae, 656
 centrum gravitatis machinae, 645
 centrum gravitatis mobilis, 16
 centrum gravitatis motum, 639
 centrum gravitatis percussi et percutientis, 720

centrum gravitatis pergens post ictum, 646
 centrum gravitatis quiescens, 549, 638, 639
 centrum gravitatis quiescens in concursu, 740
 centrum gravitatis resurgens, 646
 centrum gravitatis semper aequaliter procedens,
 467, 511
 centrum gravitatis tabulae, 179, 189, 191–194
 centrum gravitatis totius, 388
 centrum gravitatis trabis, 195–199, 231, 233, 235
 centrum gravitatis trianguli, 200
 centrum gravitatis ungulae, 239
 centrum gravitatis vectis, 192
 centrum gyri, 679
 centrum ictus, 515
 centrum levitatis, 646
 centrum librae, 647, 670
 centrum librationis, 201, 228, 235
 centrum magnitudinis, 674, 675
 centrum motus librae, 648
 centrum potentiae, 431–433, 437, 444–447, 453,
 492, 493, 495, 506, 514, 515
 centrum suspensionis, 621
 centrum suspensionis tubi, 646
 centrum terrae, 4, 5
 cerebrum, 140, 156
 certamen, 570
 cerumen, 151
 cessio, 15
 cetera, 260
 Chainette, 831
 chalybs, 622
 charta, 273
 charta bibula, 22
 chartula inserta, 749
 choc, 522, 794–798, 802
 choc circulaire, 815
 choc composé, 803
 choc droit, 813, 814
 choc libre, 803
 chorda, 23, 148, 156, 160, 191
 chorda aequaliter pulsata, 359
 chorda aequa crassa, 135
 chorda aequa tensa, 135
 chorda affixa, 334, 335
 chorda arcus, 319

- chorda barbiti, 157
 chorda celerior, 61
 chorda circuli, 78
 chorda consonans, 6, 260
 chorda diducta, 204
 chorda dimidia, 5, 33, 82
 chorda dimissa, 44, 48, 74, 77, 123, 317
 chorda distans octava, 359
 chorda diversimode tensa, 55, 63, 66–69
 chorda divisa, 135
 chorda dupla, 82
 chorda duplata, 340
 chorda duplo celerius vibrans, 358
 chorda duplo crassior, 271
 chorda duplo tensior, 82
 chorda elastica, 241, 243, 244
 chorda excipiens, 271
 chorda extensa, 184, 226, 321
 chorda flexa, 655
 chorda homogenea, 32, 267
 chorda homotona, 95, 97, 100, 102–105
 chorda infinite parva, 80
 chorda integra, 327, 334
 chorda isochrona, 35, 69
 chorda laxa, 97, 105, 115
 chorda longitudine aequalis, 359
 chorda lyrae, 102, 139
 chorda multiplicata, 340
 chorda musica, 89
 chorda mutabilis, 65, 66
 chorda nimis brevis, 129
 chorda nova, 134
 chorda parallela, 6, 97
 chorda permanens, 65, 66
 chorda perrumpenda, 271
 chorda perrupta, 271
 chorda pluribus filis constans, 340
 chorda pondere carens, 297
 chorda pulsata, 4, 6, 30, 33, 43, 44, 46–48, 50–52,
 70, 95–97, 100, 102, 103, 105, 113, 115, 121,
 123, 126, 135, 277
 chorda resonans, 95, 102, 105
 chorda rumpenda, 271
 chorda rupta, 272
 chorda se restituens, 77, 79
 chorda secta, 34
 chorda sonans, 130, 132, 134, 160
 chorda tardior, 61
 chorda tendenda, 271
 chorda tendibilis, 297
 chorda tensa, 5, 6, 11, 25, 26, 30–33, 36–55, 57,
 61, 63–66, 68–71, 74, 76, 77, 79–82, 84–86, 89,
 96–98, 102, 103, 105, 109, 115, 123, 127, 131,
 183–185, 204, 205, 210, 211, 227, 241, 260,
 265–267, 271, 302, 317, 326, 327, 332, 334–337,
 340, 359, 655
 chorda tensione differens, 359
 chorda tracta, 335
 chorda tremens, 108, 124
 chorda unisona, 6, 111, 113, 134, 137, 160, 260
 chorda unisona pro parte, 134, 137
 chorda verticalis, 195
 chorda vi quadrupla indigens, 359
 chorda vi quadrupla intendenda, 358
 chorda vibrans, 4, 5, 96–98, 100, 126, 128, 130,
 134, 136
 chorda vicina, 103, 126
 chordae longitudi naturalis, 267
 chorde tendue, 522
 chronometron, 121
 cingulum, 160
 circonference eccentrica, 814
 circulatio, 718
 circulatio navis supra centro, 717
 circulus, 85, 206, 303, 622
 circulus aeris, 98, 107, 123
 circulus aqueus, 95, 106, 114, 123, 150
 circulus ferreus, 13
 circulus ignitus, 115
 circumactio tubi, 646
 circumatio tubi, 646
 circumferentia, 74, 351
 circumferentia circuli, 8, 9, 289
 circumferentia rotae, 8
 circumpulsio, 339
 circumstantia varians, 130
 cire, 521
 clavus, 297
 cloche, 522
 cochlea, 141, 154–158

- cogitatio, 113, 146, 313
 cohaerentia partium, 592
 cohaesio, 262
 cohaesio aeris, 101
 cohaesio corporis, 207, 362, 633
 cohaesio partium, 188
 colla, 273
 collisio aeris, 127
 collisio partium, 106, 119
 collectatio, 388
 columna aeris, 278
 columna aquae, 631
 combinatio possibilis, 164
 comma, 164, 166, 167
 communicatio, 158, 219
 communicatio ictus, 104
 communicatio motus, 20
 communicatio tractionis, 81
 communicatio vibrationis, 104, 157
 commutatio flexus, 136
 comparatio nisuum, 191
 compendium, 141, 543, 637
 compendium calculi, 200, 549
 compensatio excessus, 632, 634
 compensatio injustitiae, 632
 complementum, 535
 complementum doctrinae, 358
 compositio intervallorum, 160–162, 166
 compositio motus, 370, 656, 658, 659, 683
 compositio motuum, 462, 464, 466, 483, 492, 493,
 496, 501, 526, 589, 630, 686, 687, 692–694, 696,
 707, 710, 712, 713, 733, 734, 756, 758
 compositio motum in angulo recto, 686
 compositio motum salva potentia, 483
 compositio virium, 686
 compositum, 676
 compressio, 22, 23, 26, 30, 110, 209, 249, 278, 279,
 284, 333, 475, 518, 519, 666, 703, 722, 728, 732
 compressio ab externo, 21
 compressio aeris, 98, 108, 109, 125, 127, 309, 313,
 314, 316, 338
 compressio aquae, 189, 218
 compressio mollium, 745
 compressio partium, 20
 computatio, 150
 conatus, 25, 321, 370, 469, 725, 728
 conatus a solicitatione impressus, 358
 conatus abreptionis, 592
 conatus absolutus, 725
 conatus accedendi, 353
 conatus acceptus, 450
 conatus aequales, 574
 conatus ascendendi, 672
 conatus auctus, 589
 conatus circularis, 183
 conatus communis, 603, 725
 conatus compositus, 650, 659, 725
 conatus conceptus, 670, 671
 conatus confligentes, 629
 conatus contrarius, 279, 450, 593, 659
 conatus contrarius aequalis, 450
 conatus corporis excipientis, 601
 conatus descendendi, 670
 conatus destructus, 595, 629
 conatus discedendi, 591
 conatus duo, 764
 conatus duplex, 601, 765
 conatus eundi, 381, 469
 conatus ex motu accelerato, 671
 conatus excessus, 633
 conatus excurrendi, 136
 conatus exercitus, 263
 conatus gravitatis, 279, 281
 conatus impressus, 127, 279, 280, 323, 353, 592
 conatus infinite parvus, 352, 671, 733
 conatus irresistibilis, 16
 conatus iterum discedendi, 446
 conatus mechanicus, 334
 conatus mortuus, 671
 conatus naturae, 16, 652
 conatus naturae ad similitudinem perfectam, 633
 conatus novus, 323, 352, 353, 358
 conatus paulatim crescentes, 671
 conatus pergendi, 593, 594, 601, 603, 626, 639
 conatus plures, 764
 conatus primus, 672
 conatus progrediendi, 574, 577, 578, 630, 633
 conatus progressionis, 583
 conatus progressus, 574
 conatus proprius, 450

- conatus puncti, 345, 346
 conatus recedendi, 589, 592, 733
 conatus reciproce ut pondera, 670
 conatus redeundi, 469, 470, 630, 639
 conatus regrediendo, 593, 601, 629
 conatus repulsae, 574
 conatus resiliendi, 594
 conatus restituendi, 23, 24
 conatus restitutionis, 23, 71
 conatus retrocedendi, 577, 578
 conatus retrorsus, 468
 conatus sentitus, 631
 conatus separandi, 633
 conatus separationis, 582, 638
 conatus sibi obstantes, 345, 346
 conatus tensione impressus, 356
 conatus tensioni consentaneus, 352, 353
 conatus tensioni proportionalis, 358
 conatus translatus, 595
 conatus translatus in contrarium, 630
 conatus uniformitatis, 243
 conatus veniendi, 733
 conatus vibrandi, 127
 conatus vincens, 594
 conatus vivus, 671, 733
 concentus chordarum, 97
 conceptus causae, 628
 conceptus effectus, 628
 concha, 151
 concinnitas, 161
 conclusio, 224, 573, 600
 conclusio absurdia, 45
 conclusio manifesta, 640
 conclusio practica, 223
 conclusio probata, 631
 conclusio pulcherrima, 427
 concordia vibrationum, 104, 137
 concursus, 370, 384, 387, 388, 390–392, 403, 405,
 411, 412, 418, 421, 423–425, 428, 431, 435,
 444–446, 464, 466, 481, 486, 495–497, 499, 500,
 502, 503, 506, 510, 511, 513, 516, 517, 663, 664,
 666, 703, 708, 717, 731
 concursus ab appropinquatio, 384
 concursus corporum, 20, 375, 379, 530, 532, 533,
 542, 560, 569, 577, 588, 603, 605, 622, 627, 638,
 640, 641, 643, 645, 647–649, 651, 653, 736, 739,
 743, 744, 746, 751, 761
 concursus corporum in tubo, 646
 concursus corporum liquidorum, 653
 concursus corporum solidorum et liquidorum, 653
 concursus cum percussione, 589
 concursus directus, 706, 708, 710, 711, 736, 741
 concursus duorum corporum, 531, 717, 722, 763
 concursus globorum in linea per centra, 722
 concursus gravium et levium in aqua, 423
 concursus horizontalis, 466
 concursus in eadem recta, 664
 concursus in navi, 737
 concursus in vacuo, 15
 concursus novus, 542, 543
 concursus obliquus, 664, 683, 706, 709, 710, 712,
 714, 756, 762
 concursus obliquus aequalium, 714, 715
 concursus obliquus duorum, 714
 concursus obliquus duorum corporum, 706, 717
 concursus obliquus duorum corporum
 inaequalium, 722
 concursus obliquus duorum globorum, 707
 concursus obliquus duorum globorum in unum,
 683
 concursus plurium corporum, 725, 762–765
 concursus primus, 413, 428, 542
 concursus rectus, 714
 concursus rectus duorum, 714
 concursus rectus duorum corporum, 717
 concursus secundus, 413, 428
 concursus sine ictu, 674
 concursus sine percussione, 587
 concursus trium corporum, 762, 763
 concursus trium globorum, 718
 concursus vectum aequalium, 271
 concursus venti et aquae, 653
 concussio partium, 119
 condensatio, 209
 condensation de l'air, 295
 conditio determinans, 288, 289
 conditio subjecti, 13
 conflictus, 569, 570, 572, 664, 672, 677
 conflictus conatum, 594, 630
 conflictus novus, 572

- conflictus pendulorum, 372
 conflictus vibrationum, 130
 conflictus virium, 626
 confusio, 99, 101
 congelatio, 245
 congressus corporum directus, 749
 congruentia, 667
 connexio, 262, 592
 connexio aeris, 137
 connexio corporis, 475
 connexio planorum, 14
 conoeides, 239, 259
 conoeides parabolicum concavum, 257
 consensus, 589
 consensus inexpectatus, 727
 consensus vibrationum, 128, 137
 consentaneum rationi, 635
 consequens, 39
 consequentia, 189
 consequentia logica, 438
 conservatio celeritatis, 403
 conservatio directionis centri, 487
 conservatio directionis centri gravitatis, 626, 649
 conservatio distantiae centri gravitatis, 626
 conservatio potentiae corporum, 487
 conservatio potentiae relativae, 832
 conservatio vibrationis, 100, 140
 conservatio virium, 626, 627
 conservatio virium corporum concurrentium, 649
 consideratio, 69, 79, 289, 293, 302, 316, 752
 consideratio causae, 765
 consideratio corporis ut punctum, 666
 consideratio de directione centri gravitatis, 653
 consideratio de vi servata, 653
 consideratio demonstrativa, 568
 consideratio geometrica, 696
 consideratio navis, 710
 consideratio practica, 266
 consilium naturae, 140
 consistentia aeris, 99
 consistentia chordae, 266, 267
 consonantia, 97, 160
 consonantia primaria, 163, 164
 consonantia proxima, 163
 constitutio pulsati, 128
 constructio, 198, 282
 constructio Hugenii, 513
 constructio in lineis simplicissima, 426
 constructio pulcherrima facilissima, 493
 contactus, 95, 115, 362, 727
 contactus immediatus, 693
 contactus partium, 246
 contemporatio, 721
 contemplatio, 82
 contignatio, 219
 continuatio, 606
 continuatio celeritatis, 636
 continuatio corporis incidentis, 622, 624
 continuatio infinitum, 119
 continuatio motus, 736
 continuatio motus insiti, 755
 continuatio penduli, 606–608, 610–613, 615, 616,
 618, 620, 622, 624, 625
 continuatio tremoris, 124
 continuatio vibrationis, 103, 128
 contrarietas determinationum, 387
 contrarietas motuum, 387
 contus, 20
 conus, 7, 8
 conversio per contrapositionem, 438
 corda della cetera, 260
 corde, 522
 corde tendue, 291
 corniculum, 156
 cornu, 379
 corollarium, 628, 637
 corollarium mirabile, 100
 corpora a se invicem recedentia, 652
 corpora aequalia, 380, 389, 390, 476, 481, 509,
 518, 533, 534, 539, 567, 573, 582, 583, 602, 628,
 629, 631, 710, 732, 763, 785, 786
 corpora aequalia aequali motu concurrentia, 385
 corpora aequalia aequali velocitate concurrentia,
 785
 corpora aequalia aequali vi concurrentia, 389
 corpora aequalia assequentia, 629
 corpora aequalia et similia, 664
 corpora aequalia indefinita parva et infinite dura,
 730
 corpora aequalia occurrentia, 629

- corpora aequalia sibi inaequali velocitate
occurentia, 785
- corpora aequalia sibi occurrentia, 532, 629
- corpora ambo repulsa, 638
- corpora ascendentia et descendentia in liquore,
510
- corpora cohaerentia, 226
- corpora concurrentia, 370, 533, 555, 582, 589–591,
604, 629, 637, 638, 647–649, 651, 652, 654, 669,
738–740, 743, 744, 751
- corpora concurrentia aequalia, 542, 629, 630, 739,
741
- corpora concurrentia aequa celeria, 741
- corpora connexa, 631, 763
- corpora conspirantia, 749
- corpora conspirantia ad eandem gyrationem, 761
- corpora contrarie directa, 749
- corpora directe concurrentia, 736
- corpora directe occurrentia, 736, 737
- corpora directione conspirantia, 743
- corpora directionem contrariam habentia, 743
- corpora discedentia in partes contrarias, 643
- corpora discurrentia, 648
- corpora disjuncta, 758
- corpora duo aequali celeritate concurrentia, 370
- corpora duo concurrentia, 763
- corpora duo impingentia, 756
- corpora duo inaequalia, 667
- corpora duplia, 760
- corpora dura, 518
- corpora dura aequalia, 524
- corpora e ripa spectata, 514
- corpora eodem tendentia, 746
- corpora excipientia duo, 654
- corpora heterogenea in aere, 133
- corpora impingentia aequalia, 757
- corpora impingentia in tertium, 760
- corpora in contrarias partes tendentia, 746
- corpora in diversas partes tendentia, 638
- corpora in eadem recta concurrentia, 737
- corpora in easdem partes tendentia, 638, 639, 641,
643, 651, 737–741, 744, 745
- corpora in liquore concurrentia, 645
- corpora in navi spectata, 514, 515
- corpora in partes contrarias tendentia, 638, 642,
738, 744, 745
- corpora in partes diversas tendentia, 745
- corpora in unum incurrentia, 653
- corpora inaequalia, 391, 393, 427, 428, 481, 524,
708, 716, 732, 785
- corpora inaequalia sibi aequali velocitate
occurentia, 786
- corpora insensibilia vim causantia, 382
- corpora libere concurrentia, 510
- corpora liquida concurrentia, 653
- corpora mole aequalia, 482
- corpora mollia, 493
- corpora mutuo sistentia post concursum, 741
- corpora occurrentia, 589, 590, 592, 737, 738, 740,
741
- corpora occursura, 740
- corpora pari celeritate appropinquationis
concurrentia, 649
- corpora per centrum gravitatis connexa, 650
- corpora per linea rigida connexa, 646
- corpora per percussionem separata, 587
- corpora plura concurrentia, 762, 763
- corpora post concursus cohaerentia, 510
- corpora proxime ambientia sive contingentia, 463
- corpora recedentia, 589
- corpora se evitantia, 647, 648
- corpora sese capientia, 758
- corpora sibi occurrentia, 533, 639, 651, 671–673,
749, 751
- corpora sibi occurrentia in navi, 673
- corpora similia, 629
- corpora similia et similiter posita, 760
- corpora simul moventia, 600
- corpora solida et liquida concurrentia, 653
- corpora tria concurrentia, 762, 763
- corpora versus se invicem currentia, 647
- corpora virium aequalium, 623
- corpora virium inaequalium, 741
- corps égaux et sans ressort, 797
- corps élastique, 293
- corps à ressort, 521, 795
- corps dur, 400, 402
- corps durs égaux, 400
- corps interposé, 402

- corps mou, 402, 523
 corps poussé, 295
 corps sans ressort, 795, 796
 corps sphérique, 402
 corps tombant, 295
 corpus abreptum, 530, 534, 587–589, 600, 626, 629
 corpus abreptum cum percussione, 587
 corpus abreptum sine percussione, 587
 corpus abripiens, 531, 532, 534, 585, 588, 589,
 600, 626
 corpus abripiens cum percussione, 587
 corpus abripiens sine percussione, 587
 corpus absorbens, 592
 corpus additum, 589
 corpus aequale quiescens, 544, 575
 corpus aequaliter resistens, 216
 corpus aequipollens, 634
 corpus affixum, 123
 corpus agens et patiens, 631
 corpus agens sponte, 21
 corpus aliud persequens, 738
 corpus alterum attollens, 672
 corpus alterum deprimens, 672
 corpus ambiens, 262
 corpus annexum, 98
 corpus ante concursum quiescens, 575
 corpus antecedens, 491, 492, 496, 540, 588, 589
 corpus antecedens tardius, 638
 corpus appensum, 216
 corpus arcus, 301
 corpus ascendens, 375, 622, 626, 671
 corpus assequens, 573, 592, 641, 752
 corpus assequens majus, 638
 corpus assequens minus, 638
 corpus assequens repulsum, 638
 corpus auctum, 614
 corpus capax compressionis, 23
 corpus capax restitutionis, 23
 corpus cedens, 16, 531
 corpus celerius, 542, 641
 corpus centro gravitatis contraiens, 739, 740, 751
 corpus centrum gravitatis antecedens, 641, 740,
 751
 corpus centrum gravitatis insequens, 740, 741, 751
 corpus centrum gravitatis persequens, 738–740,
 751
 corpus centrum gravitatis praecedens, 738, 740
 corpus centrum gravitatis sequens, 643, 740, 751
 corpus circa centrum actum, 653
 corpus cohaerens, 760
 corpus comitans, 21
 corpus compositum, 273
 corpus compressum, 20, 26, 148, 745
 corpus comprimens, 308–311, 313–316
 corpus comprimibile, 24
 corpus conans, 672
 corpus conforme, 216
 corpus connexum, 21, 760
 corpus continuans, 626
 corpus continuo impulsum, 624
 corpus continuum, 126, 131
 corpus contrarium centro gravitatis, 746
 corpus crassitiem habens, 656
 corpus crassum, 120, 208, 244
 corpus cum centro gravitatis tendens, 640–642
 corpus cum pluribus aliis concurrens, 763
 corpus cylindricum, 178, 193, 202, 238
 corpus cylindroides, 178
 corpus debilius, 382, 469, 500, 518, 532, 585, 614
 corpus descendens, 375, 622, 671
 corpus descendens in plano inclinato, 377
 corpus diducendum, 24, 26
 corpus diductum, 26
 corpus directe incurrens, 630
 corpus divisum in plura, 764
 corpus duplo celerius centro gravitatis, 740
 corpus durissimum, 613
 corpus durum, 15, 117, 148, 204, 273, 376, 383,
 412, 449, 510, 530, 531, 587, 589, 613, 622,
 627–629, 733, 736
 corpus durum inflexible, 449
 corpus durus, 273
 corpus elasticum, 5, 106, 107, 119, 124, 206, 210,
 241, 266, 310, 376, 412, 413, 451, 452, 473, 589,
 591, 592, 628, 671, 672, 736, 751
 corpus elasticum durum, 383
 corpus elastri, 302
 corpus elastro carens, 600, 745
 corpus elaterio carens, 411

- corpus excipiens, 270, 475, 483–485, 500, 534–537, 539, 541, 545, 546, 549, 552, 560–562, 564, 566, 568–576, 582, 583, 589, 592, 593, 597–602, 604, 614, 618, 621, 623, 626, 628, 640
- corpus excipiens aequale, 629
- corpus excipiens ascendens, 622
- corpus excipiens immobile, 567
- corpus excipiens invarians, 551
- corpus excipiens majus, 550, 603
- corpus excipiens minus, 550, 603, 633–635
- corpus excipiens ponderis infiniti, 656
- corpus excipiens quiescens, 567
- corpus excipiens ultimum, 630
- corpus excipiens valde magnum, 635
- corpus excipiens vicarium, 629
- corpus exiguum, 712
- corpus explosum, 314
- corpus externum, 21, 628
- corpus firmum, 322, 760
- corpus flexibile, 203, 270, 451
- corpus flexile, 666
- corpus flexum, 10, 204
- corpus fluidum, 95, 148, 210, 243
- corpus fortius, 468, 469, 471, 499, 500, 518, 532, 585
- corpus grave, 376, 736
- corpus gravitate specifica descendens, 645
- corpus gyrans, 761
- corpus habens conatus duos, 764
- corpus habens conatus plures, 764
- corpus heterogeneum, 109, 119, 129, 130, 208
- corpus homogeneum, 129, 530, 627, 674, 675
- corpus homotonum, 95, 102, 105
- corpus immobile, 545, 564, 656, 667, 763
- corpus impactum, 118, 757, 761
- corpus impediens, 531
- corpus impellens, 20, 21, 519, 549
- corpus imperfecte elasticum, 751
- corpus impingens, 120, 300, 309, 484, 491, 587, 592, 631, 651, 761, 762
- corpus impingens in immobile, 656
- corpus impingens in medium, 751
- corpus impingens in quiescens, 590
- corpus impingens majus, 635
- corpus impingens simplex, 654
- corpus impotentius, 530
- corpus impulsum, 293, 317, 519, 631, 753, 754, 762
- corpus impulsum a medio, 754
- corpus impulsum a motu suo, 21
- corpus impulsum a se ipso, 21
- corpus impulsum immediate ab alio, 20
- corpus impulsum occasione alterius, 20
- corpus in duo impingens, 653
- corpus in easdem partes tendens, 751, 752
- corpus in plagam tendens, 628
- corpus in plano perrectum, 636
- corpus in plura incurrens, 653
- corpus in quiescens aequale impingens, 518
- corpus in quiescens incurrens, 466
- corpus in tubo motum, 646
- corpus incidens, 270, 307
- corpus incidens in bilancem, 671
- corpus incidens in libram, 671
- corpus incomprimibile, 24
- corpus incurrens, 21, 307, 317, 466, 474–476, 484, 487, 530–542, 544–546, 549, 552, 554, 556, 560–563, 565, 568–576, 581–584, 588–591, 594, 597, 599–604, 612, 613, 618, 621, 626, 628, 629, 631, 638, 639, 760
- corpus incurrens aequale, 563
- corpus incurrens continuans, 622
- corpus incurrens in aequale antecedens, 629
- corpus incurrens in aequale quiescens, 629
- corpus incurrens in chordam tensam, 655
- corpus incurrens in majus, 635
- corpus incurrens in majus quiescens, 630, 632
- corpus incurrens in minus, 632, 634
- corpus incurrens in minus quiescens, 632
- corpus incurrens in quiescens, 21, 592, 656
- corpus incurrens majus, 550, 603, 634, 635
- corpus incurrens minus, 550, 591, 603
- corpus incurrens occurrenti, 639
- corpus incurrens repulsum, 635
- corpus incurrens varians, 551
- corpus indissolubile, 635
- corpus infiniti ponderis, 545
- corpus inflexible, 449
- corpus inflexible, 451
- corpus ingruens, 308, 309
- corpus insensible, 382

- corpus insequens, 540, 564
 corpus inter duo interjectum, 664
 corpus intermedium intactum, 631
 corpus interquiescens, 300
 corpus interspersum, 209
 corpus irregulare, 244
 corpus latum a se, 623
 corpus latum impetu conceptu, 623
 corpus leve, 376
 corpus levitate specifica ascendens, 645
 corpus libere suspensum, 178
 corpus liberum, 510
 corpus ligneum, 388, 619
 corpus liquidum, 131, 218, 653
 corpus magnum, 23, 117, 447
 corpus magnum tardius motum, 477
 corpus majus, 465, 499, 501, 507, 558, 565, 568,
 571, 575–578, 580, 584, 605, 629, 630, 729
 corpus majus antecedens, 584
 corpus majus assequens, 564
 corpus majus et celerius, 638
 corpus majus excipiens, 543, 545, 563
 corpus majus in minus, 542, 546, 552, 554, 560,
 562, 585, 586, 594, 603, 612–614, 626, 632, 634
 corpus majus in minus quiescens, 632
 corpus majus incurrens, 543, 567
 corpus majus occurrens, 638, 639
 corpus majus praecedens, 562, 563, 572, 573
 corpus majus progrediens, 632, 639
 corpus majus quiescens, 544, 546, 556, 630, 632,
 634, 638, 639
 corpus majus repulsum, 632, 639
 corpus majus sistens, 634
 corpus maximum, 393
 corpus minimum, 393
 corpus minus, 465, 507, 558, 576, 584, 605, 629,
 630
 corpus minus assequens, 563–565, 568
 corpus minus et tardius, 638
 corpus minus excipiens, 543
 corpus minus in majus, 542, 544, 546, 552,
 554–557, 560–563, 571, 572, 576, 577, 583, 584,
 591, 594, 603, 614, 635
 corpus minus in majus quiescens, 632
 corpus minus incurrens, 543, 544, 563, 567
 corpus minus insequens, 563
 corpus minus occurrens, 639
 corpus minus praecedens, 562
 corpus minus progrediens, 632
 corpus minus quiescens, 507, 546, 632
 corpus minus repulsum, 545, 557, 632, 634, 638,
 639
 corpus minus repulsus, 557
 corpus mobile, 667, 755, 756
 corpus molis expers, 79
 corpus molle, 13, 95, 105, 115–119, 410, 412, 479,
 510, 591, 592, 600, 612, 613, 622, 626, 648, 745,
 751
 corpus motu dupli latum, 655
 corpus motum, 637, 751
 corpus motum a se ipso, 21
 corpus movens in navi, 673
 corpus obnitens, 518
 corpus occurrens, 532, 638–640
 corpus omnino durum, 387
 corpus omnino inflexible, 387
 corpus oppositum, 641
 corpus parabolicum, 229
 corpus parvum celeriter motum, 477
 corpus parvum impingens in maximum, 590
 corpus parvum quiescens, 447
 corpus pellens, 307
 corpus pendulum, 621
 corpus percussione carens, 591
 corpus percussionis capax, 627
 corpus percussum, 109, 118, 129, 204, 587
 corpus percutiens, 587
 corpus perfecte durum, 205, 262, 393
 corpus perfecte durum aut elasticum, 502
 corpus perfecte elasticum, 451
 corpus perfecte fluidum, 205
 corpus perfecte politum, 262
 corpus perfecte solidum, 370
 corpus pergens, 601, 614, 626, 650
 corpus pergens ad easdem partes, 751
 corpus pergens post concursum, 740
 corpus pergens post ictum, 757
 corpus persequens, 492
 corpus plumbeum, 388
 corpus ponderis infiniti, 564

- | | |
|--|---|
| <p>corpus post concursum progrediens, 641, 642, 644
 corpus post concursum quiescens, 641, 642, 644
 corpus post incursum quiescens, 575
 corpus post occursum progrediens, 640
 corpus post occursum quiescens, 640
 corpus potentius, 499, 530
 corpus praecedens, 532, 573, 592
 corpus pro linea habitum, 656
 corpus procedens, 518
 corpus progrediens, 532, 544, 565, 603, 641, 648
 corpus progrediens post ictum, 739, 743
 corpus progressum, 546
 corpus projectum, 201, 316
 corpus projiciendum, 315, 316, 318
 corpus proprio nisu recedens, 20
 corpus propulsum, 20, 263, 534, 631
 corpus propulsum ab ictu, 761
 corpus pulsum, 653
 corpus quiescens, 21, 262, 362, 462, 466, 472, 473,
 475, 477, 478, 514, 530–534, 538–540, 546, 556,
 565, 568, 569, 571, 573, 574, 581–586, 588,
 590–592, 594, 600, 603, 618, 626, 628–630, 637,
 639, 651, 656, 658, 763, 786
 corpus quiescens abreptum, 634
 corpus quiescens ante ictum, 751
 corpus quiescens excipiens, 483
 corpus quiescens immobile, 468
 corpus quiescens post concursum, 740, 751
 corpus quiescens post ictum, 739, 757, 762
 corpus quiescens resistens, 673
 corpus quodcumque, 631
 corpus reagens, 532
 corpus recedens, 542
 corpus recurrens, 630
 corpus reddens, 592
 corpus reflexum, 626, 647, 648, 671, 672, 751, 763
 corpus reflexum post concursum, 740, 742
 corpus reflexum post ictum, 739
 corpus regrediens post ictum, 739, 743
 corpus repellens, 549
 corpus percussum, 531, 751
 corpus percussum post concursum, 740
 corpus repulsum, 531–533, 544–546, 554, 555,
 562–565, 568, 569, 571–573, 590, 591, 601–603,
 631, 632, 639, 641, 642, 644, 649</p> | <p>corpus repulsum in navi, 568
 corpus resiliens, 760
 corpus resistens, 531
 corpus restituendum, 71
 corpus restitutione ductum, 302, 303
 corpus retroagens, 614
 corpus rigidissimum, 313
 corpus rigidum, 10, 203, 664, 666
 corpus ripae connexum, 462
 corpus rotatione genitum, 216
 corpus rupturae resistens, 226
 corpus se restituens, 13, 71, 72, 82, 118, 204, 206,
 629
 corpus sensibile, 450
 corpus sensibile elasticum, 210
 corpus sequens, 532
 corpus sine comparatione longius quam latius, 656
 corpus singulare, 652
 corpus sistens, 530, 532, 534, 544, 546, 565
 corpus solidum, 117, 118, 137, 148, 177, 189, 218,
 225, 241, 243, 321, 631, 653
 corpus solutum, 760
 corpus sonans, 106, 108, 125, 157, 226
 corpus sonorum, 94–96, 98, 102–105, 110, 113,
 127, 129, 137, 143, 144
 corpus specifice leve, 764
 corpus spectatum ut quiescens, 763
 corpus sphaericum, 649
 corpus spongiosum, 15
 corpus tardius, 542, 641
 corpus tenax, 722
 corpus tendens, 317, 319, 659
 corpus tendens vi insita, 762
 corpus tensile, 271
 corpus tenuis, 24, 26, 76, 95, 105, 109, 114, 117,
 120, 124, 134, 204, 319
 corpus tenuis vim patiens, 350
 corpus tenuis, 302
 corpus trabis rigidum, 176
 corpus trabis tensile, 176, 182, 183
 corpus tremens, 109, 148
 corpus ubique aequiresistens, 216
 corpus uniforme, 24
 corpus unisonum, 115, 121, 137
 corpus unum, 760</p> |
|--|---|

- corpus velocius, 737
 corpus vi extensum, 317
 corpus vi impressa pergere conans, 758
 corpus vibrans, 98, 111, 125, 130
 corpus vim reddens, 653
 corpuscula aequali celeritate impingentia, 753
 corpuscula uniformiter in medio disseminata, 753
 corpusculum, 208
 corpusculum distractum, 248
 corpusculum impactum, 752
 corpusculum impellens, 754
 corpusculum imprimens, 758
 corpusculum incurrens, 753
 corrigendum, 259
 cranium, 156
 crassities, 48, 160, 728
 crassities chordae, 30–35, 37–39, 41, 43–46, 48, 64,
 65, 67, 98, 266, 340
 crassities filorum, 340
 crassities infinite parva, 298
 crassities laminae, 297, 298
 crassities materiae, 207
 crassities trabis, 196, 201, 231
 crementum velocitatis a medio impellente, 754
 cubus, 233, 235, 239, 322
 cubus diametri, 257
 cuir, 521
 culcitra, 95, 105, 118
 cumulus nivis, 117
 cuprum, 273
 currus, 452, 478
 curva, 7, 8, 180, 181, 185, 251, 253, 257, 352, 354,
 655
 curva data longissimo tempore, 758
 curva quaesita, 182, 202
 curvedo, 10
 cycloide, 826
 cylinder, 8, 33, 52, 178, 181, 191, 238, 239
 cylinder aereus, 307, 309
 cylinder aeris, 242
 cylinder circumscriptus, 257

 datum, 658
 decem casus Hugeniani, 402, 403, 412
 deceptio, 613
- deceptio optica, 115
 decrementum excipientis, 550
 decrementum geometricum, 754
 decrementum incurrentis, 550
 decrementum longinquitatum, 346
 decrementum motus e medio resistente, 754
 decrementum motus geometricum, 754
 decrementum motus velocitati proportionale, 754
 decrementum tensionis, 349
 decrementum velocitatis geometrice
 proportionale, 754
 decrementum velocitatis notabile, 754
 decrementum velocitatis velocitati proportionale,
 752, 754
 decrementum virium, 550
 definitio, 589
 deliberatio, 292
 demonstratio, 45, 221, 241, 267, 358, 555, 645
 demonstratio certa, 571, 586
 demonstratio ex semiphysicis, 423
 demonstratio per potentiam, 388
 demonstratio solida, 653
 dens, 143, 157
 densitas, 96, 343, 346
 densitas materiae, 363
 deperditio virium, 613
 depositio tensionis, 348, 349
 depressio, 378, 379
 descensus, 378, 606, 672
 descensus circularis, 287
 descensus corporis, 622
 descensus corporis incurrentis, 622, 624
 descensus corporis majoris, 612
 descensus directus, 287
 descensus gravium, 754
 descensus librae, 647, 648
 descensus penduli, 606–613, 618–620, 622, 624,
 625
 descensus ponderis, 327
 descriptio curvae, 253
 descriptio quaesita, 9
 destructio, 282, 570
 destructio motus, 387
 destructio virium, 630
 detrimentum, 342

- Deus causa status sequentis, 628
 diagonalis, 389, 707, 712, 756
 diagonalis quadrati, 658
 diagonum rectanguli, 659
 diagonius quadrati, 659
 diameter, 33, 351
 diameter chordae, 39, 85, 86
 diameter circuli, 9
 diameter tubi, 338, 339
 diarius Anglicus, 13
 diarius Gallicus, 13
 diductio, 23, 26
 difference des quantités de mouvement, 521
 differentia celeritatum, 446, 495, 532, 540,
 564–566, 568, 569, 571–577, 583, 629, 630, 753,
 786
 differentia celeritatum posteriorum, 441
 differentia celeritatum priorum, 441
 differentia celeritatum priorum et posteriorum,
 405
 differentia conatum, 594, 601
 differentia continuationis ab ascensu, 613
 differentia corporum, 535, 536, 544, 546, 571–577,
 751
 differentia corporum concurrentium, 622
 differentia inter vim totam et vim ictus, 745
 differentia intervallorum, 160
 differentia logarithmorum, 160
 differentia magnitudinum, 551, 563
 differentia magnitudinum corporum, 564–566
 differentia motus, 655, 749
 differentia motuum, 569
 differentia potentiae, 469
 differentia potentiarum, 424, 425, 446, 486, 592
 differentia potentiarum applicata ad summam
 corporum, 459
 differentia potentiarum applicata magnitudini
 corporum, 496
 differentia progressus et regressus, 469
 differentia quadratorum a celeritatibus, 441
 differentia quadratorum a potentias, 425
 differentia quadratorum velocitatum, 750
 differentia quaelibet data, 672
 differentia quantitatum motus, 724, 743–746
 differentia quantitatum motus servata, 750
 differentia situs, 288
 differentia sonorum, 160
 differentia utcunque parva, 379, 712
 differentia velocitatis, 564
 differentia velocitatis a medio impellente, 754
 differentia velocitatis totalis a propria, 744, 750
 differentia velocitatum, 564, 565, 749, 750
 differentia velocitatum corporum concurrentium,
 743
 differentia viarum, 738
 differentia virium, 411, 589
 differentialis, 214
 differentiola, 61
 difficultas, 15, 44, 82, 99, 302, 319, 613, 656, 742,
 758, 765
 difficultas in compositione motus, 756
 difficultas ingens, 517
 difficultas restitutionis, 33
 difformitas, 242
 difformitas effectus, 242
 difformitas uniformis, 247
 digitus, 136
 dilatatio, 110, 209, 277, 337
 dilatatio aeris, 98, 108, 109, 125, 127, 213, 242,
 248
 dilatatio fluidi, 339
 dilatatio guttae, 207
 dimensio, 324
 dimensio figurae, 216
 diminutio conatus, 279
 diminutio continua, 565, 566
 diminutio motus, 655
 diminutio velocitatis velocitati proportionalis, 751
 diminutio virium, 381, 388
 dimissio chordae omnimoda, 44, 48
 diphthongus, 160
 directio, 396, 431, 464, 524, 663, 666, 686, 687,
 695–698, 730
 directio aggregati corporum, 390
 directio celeritatis, 504
 directio centri gravitatis, 346, 396, 510, 556, 562,
 626, 646, 653, 655, 687, 695, 699, 706, 712, 717
 directio centri gravitatis servata, 654
 directio componens, 701
 directio composita, 701, 707

- directio conservanda, 760
 directio corporis incidentis, 630
 directio impressa, 756
 directio imprimatis, 298
 directio in summa retenta, 655
 directio machinae, 655
 directio manens, 629
 directio parallela, 683
 directio partium, 396
 directio permutata, 629
 directio perpendicularis, 683
 directio servata in summa, 636
 directio totalis, 423, 431, 706, 708, 712, 717
 directio totius, 346, 396
 directio totius aggregati, 396
 directio turbata, 346
 direction, 792
 directiones duae in ictu obliquo, 683
 discrimen, 63
 discrimen in antecedentibus, 40
 discrimen in consequentibus, 40
 discrimen restitutionis et vibrationis, 70
 discrimen sensibile, 111
 discursus corporum, 648
 disjunctio, 205
 disposition du corps, 291
 dissimilitudo causae et effectus, 632
 dissimilitudo maxima, 635
 dissipatio, 383
 dissonantia, 97
 distantia, 6, 102, 111, 475, 477, 501, 504
 distantia a centro, 14, 419
 distantia a centro gravitatis, 288, 418, 419, 499,
 539, 737, 738, 752
 distantia a centro gravitatis servata, 641
 distantia a centro librae, 670, 671
 distantia a termino, 343, 345
 distantia a terra, 650
 distantia ante concussum, 539, 541
 distantia ante et post concussum, 557
 distantia centri gravitatis, 179, 196, 199, 201, 216,
 626
 distantia corporis a centrum gravitatis, 502
 distantia corporum, 431, 437, 499, 504, 509, 515,
 540, 553–555, 557, 562, 579, 580, 752
- distantia corporum a centro gravitatis, 641
 distantia corporum a se invicem, 526
 distantia corporum ante concussum, 604, 641,
 643, 749
 distantia corporum ante ictum, 760
 distantia corporum concurrentium, 644, 649, 651,
 657, 737, 740
 distantia corporum eadem, 653
 distantia corporum nova, 581
 distantia corporum occurrentium, 738
 distantia corporum post concussum, 549, 604,
 640, 641, 643, 749
 distantia corporum post ictum, 760
 distantia corporum sese insequentium, 753
 distantia corporum ut differentia celeritatum, 638
 distantia corporum ut summa celeritatum, 638
 distantia metienda, 102
 distantia objecti, 140
 distantia ponderis, 179, 185
 distantia post concussum, 539, 541, 547
 distantia post ictum eadem, 650
 distantia secta in ratione corporum, 752
 distantia servata, 557
 distantia sumta in gradu diversitatis, 343
 distantia suspensionis, 192
 distantiae corporum a centro gravitatis, 483
 distensio, 23, 273
 distractio, 149, 248
 distractio maxima, 247
 distributio ponderis, 193
 distributio resistantiae, 193
 ditonus, 161, 164, 165, 167
 ditonus dimidius, 164, 166
 ditonus naturalis, 161, 163
 divergentia, 444, 445
 diversitas, 81
 diversitas exhibita per motum communem, 673
 diversitas materiae, 207
 diversitas reliqua, 673
 divisio aeris, 101, 131
 divisio celeris, 105
 divisio impetus, 698
 divisio soni, 96
 divisor, 79
 divulsio, 119, 144, 246

divulsio corporis, 632
 divulsio tabulae, 189
 doctrina, 358, 630
 doctrina de compositionibus motuum, 692
 doctrina de relationibus, 351
 doctrina Galileana, 693
 dolor, 474
 douleur, 522
 dubitatio objecta, 574
 ductus corporis in quadratum celeritatis, 654
 dura aequalia per Elastrum connexa, 729
 duratio vibrationis, 99, 100
 durities, 118, 273
 durities durabilis, 648
 durities perfecta, 648
 durities vel restitutio perfecta, 502, 503
 durum, 105
 Dynamica, 832

 eau, 521
 ebullitio aeris, 94
 échange reciproque de mouvements, 402
 echo, 111
 echo multiplex, 144
 Edder-dune, 209
 eductio emboli, 212, 213
 effect, 291, 792, 793
 effectus, 80, 137, 189, 288, 316, 372, 412, 466, 480,
 481, 558, 623, 690, 712, 726
 effectus a causa discernibilis, 629
 effectus aequalis, 82, 670
 effectus aequalis causae, 706
 effectus aequivalens, 362
 effectus causae assimilatus, 624
 effectus causae plenae aequipollens, 387
 effectus causam reproducens, 542
 effectus chordae tensae, 211
 effectus congrui ante et post concursum, 763
 effectus corporibus reciproce proportionales, 672
 effectus corporis, 530
 effectus desideratus, 635
 effectus dimidius, 33, 82
 effectus discretus, 638
 effectus duplus, 82
 effectus et causa, 627–630, 632

effectus factus ex altitudine, 670
 effectus homogeneus, 242
 effectus idem, 650
 effectus in agente, 289
 effectus in paciente, 289
 effectus in pondus, 670
 effectus indiscernibiles, 508
 effectus integer, 627, 628
 effectus major causa, 384, 688
 effectus percussionis, 655
 effectus physicus, 696
 effectus ponderis, 339
 effectus potentiae vivae, 669
 effectus priori inverso vicinus, 544
 effectus propinquus causae, 763
 effectus quadruplicis, 82
 effectus quaesitus, 634
 effectus semidimidius, 33
 effectus seu altitudo, 672
 effectus similes ante et post concursum, 763
 effectus similis causae, 631, 763
 effectus sine mutatione, 362
 effectus suae causae inaequalis, 692
 effectus totus, 85
 effort, 291, 294, 522
 elasma se restituens, 20
 elasticum, 95, 98, 121, 209, 242
 elastrum, 20, 114, 120, 121, 130, 148, 204, 210,
 342, 343, 352, 358, 626, 673, 728–733
 elastrum aereum, 313, 314
 elastrum aeris, 26, 94, 110, 124, 128, 188,
 211–213, 218, 242, 311, 312, 315, 316, 337, 338
 elastrum aeris naturale, 314, 315
 elastrum chordae, 212, 241
 elastrum cochleatum subtile, 76
 elastrum corpora dispellens, 626
 elastrum corporis, 241
 elastrum corporis excipientis, 600
 elastrum corporis fluidi, 243
 elastrum corporum concurrentium, 600
 elastrum dimissum, 300, 302
 elastrum inaequale, 313
 elastrum incorporeum, 302
 elastrum intensem, 20
 elastrum interpositum, 362

- elastrum naturale, 124
 elastrum propellens, 626
 elastrum repellens, 626
 elastrum restituens, 745
Elastrum se restituens, 319
 elastrum se restituens, 20, 316, 319, 352, 626
 elastrum simplex, 4
 elastrum soni capax, 343
Elastrum tensum, 302
 elastrum tensum, 208, 300, 319, 600
 elater, 387, 612
 elaterium, 4, 6, 18, 293, 323, 380–387, 410–412,
 462, 463, 478, 653
 elaterium a motu intestino profectum, 21
 elaterium compressum, 5
 elaterium connectens, 15
 elaterium corporis impacti, 593
 elaterium corporis impingentis, 592
 elaterium corporum concurrentium, 592
 elaterium impellens, 21
 elaterium in navi fixum, 462
 elaterium mechanicum, 18
 elaterium se restituens, 323, 671
Elaterium vesicae, 382
 elementa temporis aequalia, 356
 elementare ordinario proportionale, 349, 355
 elementum, 150, 161
 elementum conoedidis, 257
 elementum constans, 354, 355
 elementum numeri, 344
 elementum rei continue crescentis, 354
 elementum rei continue decrescentis, 354
 elementum spatii, 279, 281, 323
 elementum temporis, 279, 281, 344, 345, 353
 elementum velocitatis, 279, 281, 344, 353, 354
 elevatio, 379
 ellipsis, 755
 elongatio, 427, 445
 elongatio elastri, 345, 348
 embolo-tubulus, 80
 embolus, 24, 25, 80, 212, 213, 241–247, 277, 278,
 307, 309, 311, 313–315, 332, 337, 338
 embolus intrusus, 213
 embolus tornatus, 337
 embolus tractus, 337, 340
 eminentia, 263
 emissio sagittae, 292
 enchiridion, 749
 enfant suspendu d'un filet, 522
 ens reale, 564
 enuntiatio accurata, 673
 enuntiatio aptior, 634
 epistola, 54, 94, 113, 118, 262
 equilibre, 817
 equus, 117
 erratum, 25
 erratum de aestimatione virium, 623
 erratum in observando, 612
 error, 43, 289, 313, 315, 317, 335, 538–540, 545,
 546, 552, 594, 610, 613, 627, 628, 638
 error calculi, 78
 error circa quantitatem motus, 600
 error deprehensus, 586
 error in calculo, 586, 591, 739
 error in experimento, 622
 error in hypothesibus, 739
 error in ratiocinatione, 591
 error infinite parvus, 438
 error ingens, 547
 error minor assignato, 563
 error notabilis, 54, 758
 error nullus, 652
 error patens ex reformatione, 605
 error practicus, 692
 evagatio frustranea, 254
 evanescentia, 763
 eventus, 15, 255, 564, 567, 637
 eventus futurus, 656
 eventus hypotheseos, 564
 eventus quietis, 563
 examinatio ex principiis nostris, 755
 excerptum, 94, 176
 excessus, 162, 163, 165, 248
 excessus ascensus super descensum, 612
 excessus celeritatis, 464, 629, 630, 633, 786
 excessus celeritatis ascensus, 610, 612
 excessus celeritatis excipientis, 604
 excessus continuationis, 606
 excessus corporis fortioris, 574
 excessus corporis majoris, 632

- excessus infinite parvus, 576, 634
 excessus magnitudinis, 786
 excessus potentiae, 592
 excessus potentiarum, 476
 excessus repulsae, 572
 excessus super velocitatem priorem, 753
 excessus tenuitatis, 85
 excessus virium, 589
 excursio chordae, 97, 126
 excursio vibrationis, 97, 100
 excursus vibrationis, 126
 exemplum, 4, 22, 74, 181, 226, 250, 351, 357, 546
 exemplum in numeris, 562
 exemplum in numeris sumto, 547
 exemplum notable consequentiae logicae, 438
 exemplum sensibile, 262
 exemplum singulare, 15
 exhorbitatio reciprocata, 119
 exiguitas intervallorum, 343
 exitus, 181, 333
 exitus fluidi, 245
 exitus quaestionis, 297
 exitus tubiformis, 337, 338
 expérience incontestable, 291
 experience, 521, 522
 experience des rencontres, 522
 experientia, 55, 149, 160, 164, 188, 218, 381, 393,
 410, 482, 692
 experimentum, 20, 42, 55, 64, 65, 79, 98, 104, 106,
 108, 109, 117, 122, 149, 204, 212, 218, 224, 225,
 228, 242, 291, 292, 349, 359, 360, 372, 382, 385,
 411, 413, 476, 478, 530, 531, 542, 589, 605, 616,
 619, 620, 622, 623, 625, 626, 733
 experimentum accuratum, 613
 experimentum baculi vitris superpositi, 14
 experimentum chordarum, 101, 131
 experimentum circuli ferrei, 13
 experimentum de nummo, 727
 experimentum de pluribus Elateriis se
 comprimentibus, 381
 experimentum ex sono sumtum, 384
 experimentum Florentinum, 226
 experimentum Gerickianum, 121, 126
 experimentum horologiorum, 137
 experimentum mechanicum, 14, 15
 experimentum nulli exceptioni subjacens, 15
 experimentum pluribus mediis adhibitis, 754
 explicatio, 94, 95, 101, 104, 113, 135, 291
 explicatio mechanica, 204, 206, 210
 explosio, 102, 291
 expressio, 30
 expressio materiae, 22–24
 expressio per seriem infinitam, 351
 expressio soni, 94, 113, 114
 expressio varia, 576
 extensio, 228, 259
 extensio chordae, 241
 extensio elastic, 241
 extensio elaterii, 293
 extensio filamenti, 248
 extensio non proportionalis, 242
 extensio proportionalis, 241, 248, 249
 extensio superficie, 226
 extractio, 242
 extractio emboli, 248
 extractio simultanea, 247
 extremitas chordae, 340
 extremum chordae, 25
 extrusio, 30
 factum, 197
 factum ex corpore ducto in celeritatem, 444
 factum ex corpore in quadratum celeritatis, 405
 factum ex corporibus in celeritatem communem,
 392
 facultas assurgendi, 637
 facultas separandi, 632
 falsum, 559
 Feder, 18
 feder, 305
 fenestra ovalis, 152–155, 157
 fenestra rotunda, 152, 154, 155, 157
 fibra, 207, 227, 259, 335
 fibra tensa, 205, 227, 228
 fictio, 337, 532, 571, 725, 727, 729, 733, 763
 fictio celeritatis respectivae reciproce distributae,
 725
 fictio corporum indefinite parvorum et infinite
 durorum, 730
 fictio navis, 532

- fides testudinis, 116
 figmentum de compositione motus, 656
 figura, 25, 65, 75, 80, 97, 98, 100, 101, 115, 123,
 129, 176, 178, 179, 182–186, 216, 222, 223, 227,
 229, 231, 233, 235, 238, 241, 244, 246–248, 259,
 280, 282, 338, 534, 543–546, 550–552, 560, 561,
 566, 568, 572, 656, 743
 figura aequalis et similis, 178
 figura corporis, 76, 109, 204
 figura corporis tensi, 76
 figura descripta, 563
 figura hamata, 207
 figura inversa, 62
 figura isoperimetra, 206
 figura mutata, 629
 figura orbicularis, 206
 figura polyhedrica curvae appropinquans, 8
 figura quaecunque, 631
 figura similis, 193
 figura similiter posita, 193
 figura sinuum, 56, 57, 60, 62
 figura sinuum complementi, 62
 figura solidi, 297
 figura solis, 656
 figura trabis, 179, 236, 250, 251, 254
 figura uncinata, 207
 figure, 290, 292
 filamentum, 96, 152, 158, 209, 227, 244–248
 filamentum implexum, 207
 filamentum vitri, 204, 226
 filum, 15, 98, 105, 109, 130, 227, 244, 246, 274,
 340, 621, 730
 filum araneae, 246
 filum bombycis, 246
 filum crassum, 33
 filum flexibile elasticum, 730
 filum tendibile, 321, 322
 filum tensum, 118, 188
 filum tenue, 33
 filum visibile, 246
 firmitas atomi, 207
 firmitas corporis, 13, 16, 188, 201, 207, 221, 226
 firmitas insuperabilis, 218
 firmitas materiae, 338
 firmitas tabulae, 189, 218
 firmitas trabis, 233, 235, 257
 firmitas vasis, 189, 218
 firmitas vitri, 136
 fleche, 291, 295
 flexibilitas corporum concurrentium, 592
 flexilitas, 20, 730
 flexio, 110, 115, 222, 451, 452
 flexio aeris, 101
 flexio baculi, 226
 flexio corporis, 10, 13
 flexio corporis impacti, 593
 flexio laminae, 297
 flexio reciprocata, 226
 flexio trabis, 195
 flexum, 106
 flexus contrarius, 535, 545
 flexus corporis, 120
 flexus corporis explicatus, 631
 floccus, 209
 fluctus aquae, 95, 106, 114
 fluctus orbicularis, 95, 106, 114
 fluidum, 101, 141, 148
 fluidum ambiens, 208, 209, 211
 fluidum comprimibile, 338
 fluidum elasticificans, 363
 fluidum elasticum, 97, 106, 121, 209–211, 241,
 244, 245, 247, 362
 fluidum externum, 247, 249
 fluidum homogeneum, 241
 fluidum intercurrens, 370
 fluidum interpositum, 362
 fluidum invisible, 120
 fluidum irruens, 189
 fluidum irrumpens, 218
 fluidum penetrans, 122
 fluidum permeans, 120
 fluidum subtile, 122
 fluidum tendibile, 336–339
 fluidum tensionis capax, 97
 fluidum tensum, 121
 fluidum tenue, 363
 flumen, 462
 flumen coercitum, 20
 fluxus, 292
 folium talci, 246

foramen, 101, 219, 333, 363
 foramen ovale, 141–143, 152, 154
 foramen pupillae, 140
 foramen rotundum, 141, 142, 152
 force, 523, 792, 793, 795, 797, 798, 809
 force absolue, 809
 force apparente, 792, 793, 796
 force ascensionale, 792
 force composante, 821
 force de la percussion, 522, 523
 force de tout le mouvement, 522
 force derivée, 821
 force double, 295
 force du canon, 295
 force du ressort, 291, 292
 force effective, 792
 force impéditive, 793
 force impéditive ou progressive, 792
 force poussant, 295
 force poussante, 295
 force progressive, 793
 force réelle, 792, 793
 force réfléchie, 798
 force relative, 809, 821
 force vive, 818
 forces égales, 792–795
 forma serratis, 244
 forma sinuosa, 244
 formatio soni, 113
 formula, 215, 351
 fortitudo, 500
 fossula, 733, 734
 fractio, 274, 652
 fragilitas, 273
 fragmen, 116, 244, 245
 fragmentum, 245
 fragor, 127
 frequentia, 150
 frictio, 650, 653
 frigus, 133, 226
 frottement, 522
 frumentum, 235
 frustum, 273
 fulcrum, 227, 228, 273
 fulcrum vectis, 196, 238

fulgur, 102
 fulmen, 292
 fundamentum, 64, 221, 302
 fundamentum harmoniae, 358
 fundus, 20
 fundus duplex, 219
 funependulum, 372, 605
 funiculum, 242, 243
 funiculus, 182, 337, 842
 funis, 193, 266, 289, 326
 funis pendens, 287
 funis tensus, 14, 182, 185, 287, 288, 327
 fusio, 227

 Galli, 18, 715
 generatio soni, 94
 genu, 270
 genus concludendi, 594
 genus seriei mirabile, 255
 geometra, 221, 238, 239
 geometria, 197
 geometria communis, 194
 geometria interior, 221
 geometria intima, 121
 geometria mechanica, 221
 geometria pura, 239
 Geometrica seu incompleta, 696
 Germani, 18, 715
 gewicht, 305
 glacies, 188
 glandula, 151
 globi aequales, 636, 662, 719, 788
 globi aequales concurrentes, 664
 globi aequales inter se, 388
 globi duo aequales vel inaequales directe aut
 oblique concurrentes, 718
 globi inter se aequales, 685
 globi plures in directum positi, 664
 globi plures simul concurrentes, 718
 globi volumine aequales, 516
 globulum, 715
 globulus, 363, 715, 733, 734
 globus, 378, 388, 516, 605, 631, 661, 662, 683, 685,
 703, 707, 715, 719, 722, 727, 729, 734, 788
 globus argillaceus, 15, 613

- | | |
|--|---|
| <p>globus ascendens, 626
 globus chalybeus, 613
 globus continuans, 626
 globus descendens, 626
 globus durissimus, 613
 globus impingens, 270–272, 313
 globus in globos incurrens, 658
 globus incurrens, 311, 626
 globus lapsus, 271
 globus ligneus, 613, 626
 globus major, 373, 374
 globus minimus, 363
 globus minor, 373, 374
 globus mollis, 613
 globus pendulus, 15, 626
 globus perrumpens, 271
 globus plures globos tangens, 788
 globus quiescens, 373, 374, 626, 661
 globus reflexus, 626
 globus solidus, 370
 gluten, 129, 211, 262, 273, 478, 676, 677
 gradus, 253, 363
 gradus anguli, 9
 gradus celeritatis, 278
 gradus compressionis, 124, 316
 gradus densitatis, 107
 gradus dilatationis, 337
 gradus dimensionis, 324
 gradus diversitatis, 343
 gradus duritiei, 96
 gradus elastri, 122
 gradus firmitatis, 96
 gradus flexilitatis, 20, 117
 gradus intermedius, 20
 gradus potentiae, 280
 gradus pressionis propagatus, 631
 gradus soni, 94, 96, 97, 113, 132
 gradus tenacitatis, 205
 gradus tensionis, 25, 52, 96, 99, 100, 121, 337,
 343, 352
 gradus vacui, 127
 gradus velocitatis, 282
 grave, 4, 382, 388, 689–692, 694
 grave ascendens in liquido, 764
 grave descendens, 50</p> | <p>grave descendens in liquido, 764
 grave impositum Elaterio se aperire conanti, 382
 grave urgendum, 342
 gravitas, 24, 160, 272, 279, 280, 342, 376, 423,
 683, 689, 764
 gravitas aeris, 212
 gravitas aestimanda, 650
 gravitas propria, 671
 gravitas specifica, 251, 645
 gravitas specifica trabis, 251
 gravitas totius, 376
 gravitatio infinite parva, 349
 gravitatio trabis, 231–234
 gurges, 209
 gutta, 189, 218
 gutta cava, 207
 gutta oblonga, 206–208
 gutta olei, 206–208
 gutta tensa, 207, 208
 guttae sibi applicatae, 206
 gyratio, 209, 679, 680, 761
 gyrus, 679</p> <p>hama, 211
 harmonia, 358, 566
 harmonia diversorum, 576
 hemisphaerium, 218
 hemisphaerium exhaustum, 126
 hemisphaerium Gerickianum, 108
 heterogeneitas ab ambiente, 207
 hiems, 113
 homo, 209, 693
 homogenea calculum ingrediens, 350, 351
 honor militiae, 224
 horizon, 195, 233, 238, 289, 378, 637, 647
 horologarius, 76
 horologium, 137
 horologium pendulum, 102
 horologium portatile, 243
 humor, 22
 humor oculi, 140
 humor sulphureus, 116
 humor viscosus, 116
 hyperbola, 89, 281, 282, 313, 536
 hypholmium, 160</p> |
|--|---|

- hypothesis, 39, 43–45, 51, 52, 66, 69, 118, 160, 162, 199, 221, 226, 228, 259, 310, 326, 338, 346, 354, 557, 563, 564, 648, 739
 hypothesis altera, 182, 183, 203
 hypothesis Cartesiana, 553
 hypothesis compositionis motuum, 694
 hypothesis comprobata experimento, 64
 hypothesis duplex, 176
 hypothesis falsa, 54, 562, 591
 hypothesis fictitia, 53
 hypothesis fluidi elastici, 241
 hypothesis Galilaei, 754
 hypothesis Galileiana, 87
 hypothesis homogeneitatis, 627
 hypothesis Hugeniana, 455
 hypothesis manentis potentiae, 403
 hypothesis Mariotti, 410
 hypothesis mathematica, 756
 hypothesis mea, 87, 455
 hypothesis motus compositi, 756
 Hypothesis navis, 717
 hypothesis nostra, 86
 hypothesis progressus, 567
 hypothesis quietis, 567, 640
 hypothesis repulsus, 567
 hypothesis rupturae flexibilis, 203
 hypothesis rupturae uniformis, 203
 Hypothesis servandae celeritatis respectivae, 721
 hypothesis servandae quantitatis motus, 591
 hypothesis servatae quantitatis motus, 562
- ictus, 16, 95, 96, 98, 117, 118, 148, 149, 266, 370, 381, 382, 384, 385, 387, 409–412, 423, 466, 470, 471, 473–478, 486, 487, 493, 496, 501, 511, 518, 558, 622, 626, 646, 652, 658, 661, 662, 666, 673, 698–701, 703, 706, 707, 709, 711, 712, 714, 719–722, 724–727, 729–734, 739, 740, 743–745, 749–751, 757, 760–763
 ictus acceptus, 451
 ictus aeris, 103
 ictus alternus, 97, 134
 ictus celeris, 13, 14
 ictus chordae, 97, 134
 ictus communicatus, 104
 ictus consentiens, 103, 104, 131
- ictus conspirans, 134
 ictus consumptus, 21
 ictus contrarius, 103
 ictus corporis, 362
 ictus corporis ambientis, 206
 ictus corporum concurrentium, 592
 ictus corporum in liquido, 645
 ictus corporum in tubo, 646
 ictus dividentis, 118
 ictus evanescens, 650
 ictus ex appropinquate corporum, 384
 ictus exceptus, 650
 ictus fortis, 14
 ictus globi, 14, 270
 ictus globi sclopetarii, 98
 ictus hastae, 270
 ictus impressus, 99, 103
 ictus novus, 99, 103, 134
 ictus obliquus, 683, 692, 721
 ictus perceptus, 102, 631
 ictus periens, 650
 ictus primus, 109, 110
 ictus propagatus, 122
 ictus receptus, 103, 607
 ictus repetitus, 134
 ictus resiliotis, 386
 ictus rumpens, 14
 ictus satis fortis, 622
 ictus temperatus, 118
 ictus tendens, 134
 ictus trium corporum, 653
 ignis, 116, 149, 150
 ignis suppositus, 208
 ignotum, 654
 imaginatio, 696
 imitatio, 141–143, 546
 imitatio soni, 113
 imminutio celeritatis, 426
 imminutio vis, 426
 immobile, 185
 immobilitas corporis excipientis, 566
 impactus, 693, 695
 impactus globi, 271
 impactus non directus, 761
 impactus obliquus, 761

- impedimentum, 110, 315, 534, 544
 impedimentum molle, 116
 impenetrabilitas, 393
 imperfectio elateris, 612
 impetus, 13, 278, 279, 518, 669, 674–677, 686, 731
 impetus absorptus, 372
 impetus acceleratus, 291
 impetus acceptus, 110, 451
 impetus acceptus momento, 20
 impetus acceptus per gradus, 20
 impetus acquisitus, 61
 impetus acquisitus a corpore impulso, 754
 impetus aeris, 108, 109
 impetus aeris compressi, 308
 impetus collectus, 82, 106
 impetus conceptus, 4, 23, 76–79, 119, 129, 136,
 277, 319, 623
 impetus contrarius, 279
 impetus corporis comprimentis, 313, 316
 impetus corporis incurrentis, 307, 311
 impetus corporis moti, 123
 impetus dilatandi, 109
 impetus eundi, 319
 impetus exiguis, 118
 impetus horizontalis, 272
 impetus impressus, 23, 60, 61, 79, 279, 292, 293,
 675, 676
 impetus impressus a medio, 754
 impetus magnus, 103
 impetus mortuus, 671
 impetus novus, 23, 60, 61, 63, 106
 impetus novus receptus, 752
 impetus percussionis, 316
 impetus ponderis, 79
 impetus primus, 63, 279, 291
 impetus pulsandi, 126
 impetus quam celerime procedendi, 676
 impetus reciprocandi, 109
 impetus reliquus, 372
 impetus restituens, 36, 39
 impetus restitutionis, 25, 33, 36, 57, 71, 72, 74–79
 impetus retentus, 300
 impetus superveniens, 82
 impetus tendens, 41
 impetus vivus, 671
 implicatio, 211
 impressio, 298, 675
 impressio chordae, 127
 impressio restituendi, 321, 322
 impressio soni, 140
 impressio tensioni proportionalis, 356
 impression, 292
 impulsus, 131, 278, 370, 389, 544, 560, 568, 727,
 729, 731, 732
 impulsus alienus, 670
 impulsus centripetus, 755
 impulsus continuatus, 136
 impulsus corporis comprimentis, 315
 impulsus corporis excipientis, 561
 impulsus corporis incurrentis, 531
 impulsus corporis tendentis, 319
 impulsus duplex, 659
 impulsus elaterii, 671
 impulsus fluidi, 362
 impulsus immediatus, 20
 impulsus levis, 226
 impulsus minimus, 592
 impulsus novus, 645
 impulsus nullus, 712
 in infinitum, 563
 inaequalitas, 81
 incertitudo, 86
 incessus soni, 102
 inclinatio maxima, 672
 inclinatio plani infinite parva, 376
 inclinatio quantacunque, 672
 inclinatio solidi, 655
 incognita, 644
 incognita quaesita, 653
 incrementum accessus, 346
 incrementum areae, 354
 incrementum arithmeticum, 754
 incrementum celeritatis, 61, 303
 incrementum celeritatis perfectum, 655
 incrementum evanescens, 346
 incrementum excipientis, 550
 incrementum impulsus, 732
 incrementum incurrentis, 550
 incrementum motus, 50
 incrementum motus uniforme, 53

- | | |
|---|--|
| <p>incrementum potentiae, 303
 incrementum proportionale, 354
 incrementum spatii, 56, 57, 60, 72, 694
 incrementum temporis, 303
 incrementum tensionis depositae, 354
 incrementum velocitatis, 54, 345, 346, 348, 753
 incrementum velocitatis aequabile, 754
 incrementum velocitatis aequale, 754
 incrementum velocitatis corporis impulsi, 753
 incrementum velocitatis proportionale tempori, 753
 incrementum velocitatis uniforme, 754
 incrementum virium, 550
 incursus, 15, 509, 536, 552, 555, 560, 561, 563–565, 567, 571, 573, 575, 576, 582, 666, 667, 715, 761
 incursus aequalium, 715
 incursus corporis in aequale quiescens, 476, 477, 628
 incursus corporis in aliud molle, 479
 incursus corporis in aliud quiescens, 477, 487, 509, 518
 incursus corporis in duo, 729
 incursus corporis in duo quiescentia, 729, 734
 incursus corporis in majus quiescens, 630, 632
 incursus corporis in quiescens aequale, 483, 786
 incursus corporis in quiescens immobile, 468
 incursus corporis in quiescens minus, 475
 incursus corporis in quiescens paulo majus, 786
 incursus corporis in quiescens paulo minus, 786
 incursus cum percussione, 590
 incursus duorum corporum in unum, 734
 incursus duorum corporum in unum quiescens, 729
 incursus duorum globorum in unum quiescentem, 388
 incursus globi in alium quiescens, 661
 incursus globi in globos, 658
 incursus in corpus antecedens, 588
 incursus in corpus quiescens, 588, 590
 incursus in murum, 637
 incursus lineae in lineam, 656
 incursus majoris in minus, 612, 614
 incursus minoris in majus, 614
 incursus obliquus, 655, 667, 715
 incursus primus, 731</p> | incursus puncti in punctum, 656
incursus rectus, 655, 715
incursus secundus, 731
incursus sine percussione, 590
incus, 141, 142, 152, 153, 157
indeterminata calculum ingrediens, 350
indicium, 628
inductio, 510
infinitesimum, 731
infinitum, 216, 545, 563, 567
initium accelerationis, 728
initium temporis, 352
injustitia, 632
inquisitio, 294
inquisitio de motu projectorum, 653
inquisitio de regulis motus, 652
inquisitio de resistentia aeris, 653
inquisitio paradoxa, 659
inquisitio subtilissima, 653
insertio continua, 246
instantia, 591
instrumentum, 160
insuctio materiae, 24
intellectus, 123
intercapedo, 246
interiora rerum, 21
interstitium, 189, 218
intervalla corporum, 244
intervallum, 87, 160–165, 210–212, 244, 245, 249
intervallum ante et post concursum, 555
intervallum compositum, 162
intervallum concinne, 160, 162–164
intervallum concinnum, 134
intervallum consonum, 162, 164
intervallum corporum, 752
intervallum inconcinne, 160, 161
intervallum inferius, 162
intervallum infinite parvum, 343
intervallum intervallorum, 160
intervallum locorum ante ictum, 744
intervallum locorum post ictum, 744
intervallum numeri terminorum, 255
intervallum per quod aether transit, 343
intervallum reformatum, 165
intervallum sensile, 164 |
|---|--|

- intervallum sonorum, 161, 167
 intervallum superius, 162
 intervallum temporis, 346, 750, 752
 intervallum temporis aequale, 753
 intervallum temporis ante ictum, 744
 intervallum temporis exiguum, 752
 intervallum temporis post ictum, 744
 intimum rei, 94
 introitus aeris, 246
 introitus fluidi, 245
 inventum naturae, 113
 irregularitas progressus virium perditarum, 606
 irregularitas superficie, 245
 isochronismus, 114
 isochronismus restitutionis, 5, 46, 63, 342, 350,
 351, 356, 357
 isochronismus vibrationis, 70, 76, 100, 135, 357
 isochronismus vibrationum, 128
 Itali, 18
 iter soni, 132
 itio et redditio, 96, 105, 109, 115
 iudicium, 336

 jactus aquae, 631
 jeu de Billard, 411
 judicium, 221
 jugulares vena, 155
 jus, 297, 337
 jus accrescendi, 688

 krafft, 305

 labium, 207
 labyrinthus ossis petrosi, 139, 141, 142, 144, 145,
 154, 155, 157
 lamina, 266, 383, 730–734
 lamina aerea, 135
 lamina chalybea, 243
 lamina cochleae, 141–145, 155, 157, 158
 lamina dura, 730
 lamina elastica, 243, 244, 297
 lamina ferrea, 135
 lamina infinite dura et infelixilis, 730
 lamina infinite parva, 730
 lamina plana, 7
 laminae durae aequales et parallelae, 730

 lana, 209
 lanx librae, 647, 648
 lapillus illapsus, 116
 lapillus incidens, 118
 lapillus injectus, 106, 114, 150
 lapillus projectus, 94
 lapsus, 23, 342
 laquear, 287
 latebra, 74
 latitudo, 118
 latitudo corporis, 270
 latus quadrati duplicatum, 658
 latus rectanguli, 659
 lectus, 209
 leges compositionum motus pure mathematicae,
 370
 leges concursus, 375
 leges merae mathematicae, 370
 leges motus, 370
 leges systematicae, 370
 lemma, 563–566, 572
 lemma inversionis, 531, 542–544
 levitas, 764
 levitas specifica, 645, 764, 765
 lex, 86, 247
 lex aequilibrii, 362
 lex conatum, 358
 lex concursus, 373, 542, 736
 lex concursus obliqui aequalium, 715
 lex conservanda directionis, 760
 lex conservanda potentiae, 760
 lex de actione tensionis, 351
 lex de effectibus incursus, 715
 lex de progressu centri gravitatis aequabili, 526
 lex de servanda celeritate respectiva, 722
 lex generalis, 267
 lex geometrarum, 225
 lex geometriae, 221
 lex gyrationis, 761
 lex homogeneorum, 279, 349
 lex impactus, 631
 lex mechanicae, 236
 lex motus, 23, 624
 lex motus ad terminum, 342, 343
 lex percussionis, 670

lex physico-mechanica, 749
 lex similitudinum, 267
 lex solicitationis, 343, 354, 357
 liber, 334
 libertas, 136
 libertas eligendi, 289
 libra, 26, 335, 372, 423, 647, 670–672
 libra ascendens, 647
 libra descendens, 647
 libra in aequilibrio, 648
 libra infelixis, 671
 libra mutans, 648
 libra rigida, 671
 libra vacillans, 648
 libratio, 259
 lignum, 103, 104, 116, 129, 137, 605, 622
 lignum durum, 372, 619, 626
 limma, 165, 167
 linea, 152, 154–156
 linea absoluta, 709
 linea ascensus, 672
 linea avellenda, 179, 192
 linea brevissimi descensus, 832
 linea Catenaria, 831
 linea centra jungens, 728
 linea centri gravitatis, 686
 linea concursus, 427
 linea contactus, 656
 linea curva, 657
 linea descensus, 672
 linea directionis, 378, 666, 729
 linea directionum, 667
 linea horizontalis, 672
 linea impressionis, 666
 linea impulsus, 727, 728
 linea in lineam incurrens, 656
 linea in lineam mota, 656
 linea inclinata, 672
 linea incursionis, 666
 linea indivisibilis, 676
 linea inflexa, 4
 linea insensibilis, 227
 linea logarithmica, 283
 linea logarithmice divisa, 163

linea motus, 289, 396, 656, 659, 666, 672, 710,
 724, 728
 linea motus obliqua, 656
 linea motus vera, 717
 linea musica, 165, 167
 linea parabolica, 234, 239
 linea per centra, 707, 729
 linea per centra ducta, 722
 linea per centra transiens, 667, 734
 linea pergens, 656
 linea perpendicularis, 672
 linea quae sita, 187
 linea recta, 536, 537, 545, 549, 550, 552, 561, 586,
 589, 627, 657
 linea recta homogenea, 676
 linea reflexa, 656
 linea reflexionis, 666
 linea rigida, 270, 646
 linea simplex, 545
 linea sinuum, 55, 56
 linea sinuum complementi, 62, 73
 linea tensa, 268, 269
 liquiditas, 5
 liquidum, 385, 645, 646
 liquidum ambiens, 376
 liquidum circumfusum, 385
 liquidum tendibile, 332
 liquor, 645, 646
 litera, 215, 252–254, 539, 543, 552, 602
 litera arbitraria, 597
 litera simplex, 344
 lobus parvus cerebelli, 156
 locus, 463, 661
 locus a corpore desertus, 124
 locus ab ictu remotus, 750
 locus aere desertus, 123
 locus aere exhaustus, 127
 locus altus, 110
 locus ambiens, 189, 218
 locus ante concursum, 543
 locus calidus, 111
 locus centri gravitatis, 654
 locus clausus, 189, 206, 218
 locus compressus, 108
 locus concursus, 525, 531, 542, 543, 547

locus desertus, 98, 107
 locus frigidus, 111
 locus implendus, 98, 124
 locus inferior, 111
 locus maxime sinuosus, 247
 locus naturalis, 74
 locus planetae, 755
 locus plenus, 206
 locus post concursum, 543
 locus proprius, 463
 locus relictus, 107
 locus replendus, 108
 locus repletus, 108
 locus superior, 111
 locus vacuefactus, 125
 locus vacuus, 122, 124, 126, 127
 logarithmus, 86, 161, 163, 167, 168, 282, 310, 313,
 350, 351, 358
 logarithmus hyperbolicus, 318
 loi des continuités, 813
 loix admirable de la nature, 402
 loix du choc, 808
 longiquitas a termino, 345, 346
 longiquitas evanescens, 345
 longiquitas residua, 345
 longitudo accessoria, 326
 longitudo chordae, 30–35, 37–39, 41, 43, 46–48,
 52–55, 63–66, 69, 70, 80, 82, 84–86, 89, 135,
 160, 184, 265–267, 271, 326–328
 longitudo chordae acquisita, 32, 34, 48, 267
 longitudo chordae initialis, 267
 longitudo chordae naturalis, 48, 49, 65, 77, 78, 86
 longitudo chordae nova, 33
 longitudo chordae prima, 32, 33
 longitudo chordae prior, 67
 longitudo chordae quae sita, 67, 267
 longitudo chordae solita, 213
 longitudo chordae violenta, 78, 86
 longitudo corporis diducti, 26
 longitudo corporis tensi, 99
 longitudo naturalis, 326
 longitudo tensionis, 184
 longitudo trabis, 180, 196, 230, 235
 longitudo vectis, 194, 197
 lucratio motus, 648

lucratio sine causa, 648
 lucratio virium, 647, 648
 lucrum quantitatis motus, 744
 ludus, 411
 ludus globivolvus, 715
 lumen, 678
 lut, 291
 lux, 140
 lux affulgens, 627
 lyra, 102, 103, 139

 métal, 295
 machina, 86, 627, 628, 645, 648
 machina Gerickiana, 108
 machina in libra inclusa, 648
 machina motum perpetuum habens, 648
 machina rerum, 16
 machina tota, 655
 machina vim retinens, 648
 magadium, 160
 magister, 225
 magnes, 677
 magnitudo agentis, 606
 magnitudo chordae, 82, 113
 magnitudo corporis, 26, 271, 312, 419, 535, 536
 magnitudo corporis excipientis, 567, 601
 magnitudo corporis incurrentis, 551
 magnitudo corporis insequentis, 567
 magnitudo corporis occurrentis, 639
 magnitudo corporis praecedentis, 567
 magnitudo corporis sonoris, 96
 magnitudo corporis tensi, 99
 magnitudo corporum concurrentium, 531, 621,
 654, 737, 762, 764
 magnitudo globi, 636
 magnitudo incomparabiliter parva, 762
 magnitudo infinita, 567
 magnitudo infinitesima, 671
 magnitudo nulla, 671
 magnitudo omissa, 671
 magnitudo partis aeris, 100, 110, 111, 130, 131
 magnitudo ponderis, 335
 magnitudo portionis aeris, 110, 130, 133
 magnitudo reciproca celeritati, 737
 magnitudo superficie, 8

- magnitudo velocitati reciproca, 566, 567
 main, 291
 malleus, 141, 142, 152, 153, 156, 157, 227, 474
 mandibula, 143, 157
 manuale, 736
 manubrium barbiti, 143
 manubrium instrumenti, 156, 157
 manubrium mallei, 152, 153, 157
 manus, 209
 margo, 219
 Mars, 807
 massa, 362, 384, 475
 massa compacta, 22
 materia, 158, 160, 178, 235, 239, 362, 646
 materia ambiens, 207
 materia arcus, 319
 materia cedens, 13
 materia chordae, 30, 32–34, 36, 38, 44, 46–48, 81,
 84, 123, 319
 materia circumfusa, 385
 materia comprehensa, 206
 materia congelata, 245
 materia corporis, 26
 materia corporis tensi, 319
 materia elastica, 319
 materia fluida, 245
 materia globi, 636
 materia inclusa, 206, 207
 materia insensibilis, 20, 23
 materia intus perfluens, 20
 materia mollis, 410, 471
 materia nostri gradus, 363
 materia oneris, 251
 materia reddituriens, 24
 materia sensibilis, 23
 materia subtilis, 22, 30, 205
 materia tensa, 272
 materia tenuis, 22, 24
 materia uniformis, 84
 materia velocissima, 20
 mathematica, 225
 mathematicus, 334
 mathesis pura, 176
 matière fluide, 290
 maximum et minimum, 118, 197
 meatus, 155–158, 208
 meatus auditorius, 151, 152
 meatus cochleae, 143
 meatus fluidi, 209
 mechanica, 221, 239, 376
 mechanica communis, 670
 meditatio, 141
 medium, 103, 751
 medium adhibitum, 754
 medium aequabiliter impellens, 753
 medium densum, 149
 medium harmonicum, 581
 medium impellens, 754
 medium incurrens in corpus, 752
 medium partim impellens partim resistens, 754
 medium resistens, 675, 754
 medium ubique uniforme, 753
 medium uniformiter impellens, 754
 medulla oblongata, 156
 membrana, 140, 158
 membrana foraminis ovalis, 141, 142, 144,
 153–155, 157
 membrana foraminis rotundi, 141–144, 152, 157
 membrana tympani, 139–144, 152, 153, 156, 157
 membrillum, 297, 298
 memoria, 119, 202
 mens, 113
 mensa, 157
 mensura, 579
 mensura communis intervallorum, 162
 mensura homogenea, 343
 mensura minima intervallorum, 166
 mercurium, 337
 mercurius, 242, 656
 mesure de la force, 291
 mesure de la puissance, 291
 metallum, 116, 227
 methodus, 70, 252, 285, 351
 methodus adhibita, 544
 methodus alternorum, 686
 methodus analytica, 202
 methodus combinatoria, 202
 methodus communis, 74
 methodus concursuum, 688
 methodus demonstrandi, 575

- | | |
|---|--|
| <p>methodus difficilis, 253
 methodus duplex, 253
 methodus elective concurrentium, 686
 methodus facilis, 253
 methodus inveniendi, 202, 575
 methodus investigandi ex compositione motuum, 712
 Methodus maximi descensus centri gravitatis, 832
 methodus memorabilis, 181
 methodus notanda, 250
 Methodus nova calculi differentialis, 831
 methodus per compositionem motuum, 712
 methodus per potentias partiales, 702
 methodus synthetica, 202
 methodus tangentium inversa, 74
 methodus vera, 310
 miliare, 101
 militia, 224
 mine, 291
 mineralis, 227
 minute seconde, 295
 minutulum, 101
 missile, 291
 mobile, 293, 346, 352, 353, 707, 709, 716, 717, 719, 721, 722
 mobile globosum, 707
 mobile in duo simul incurrens, 722
 mobile latum motu composito, 755
 modus connexionis, 188, 189
 modus considerandi, 579
 modus demonstrandi, 670
 modus explicandi, 146, 650
 modus probandi, 549, 600
 modus procedendi, 596
 modus progrediendi, 635
 modus ratiocinandi, 561
 modus surdus, 206
 moles, 33, 362, 500
 moles chordae, 79
 moles corporis, 24
 moles corporis comprimentis, 309
 moles corporis tensi, 79, 319
 moles gravium, 5
 molis, 381, 383, 384
 molis solida, 462</p> | <p>molla, 18
 mollities, 273
 moment, 295
 momentum, 64
 momentum ascensus, 606–612
 momentum centri gravitatis, 650
 momentum concursus, 418, 427, 450, 474, 499, 707, 715, 717, 718, 725
 momentum continuationis, 606, 608, 610–612
 momentum descensus, 606–612
 momentum descensus primum, 731
 momentum ex vertice, 216
 momentum frangere tentans, 214
 momentum ictus, 662, 715
 momentum impactus, 762
 momentum impulsus, 762
 momentum impulsus primum, 729
 momentum impulsus ultimum, 729
 momentum incursus, 761
 momentum molis motae, 588
 momentum oneris, 251
 momentum ponderis, 222, 236
 momentum prorsum et retrorsum, 659
 momentum reflexionis, 607, 609, 611
 momentum resistentiae proportionale, 250
 momentum restitutionis ultimum, 345
 momentum separationis, 246
 momentum solidi conoeidis, 257
 momentum temporis, 5, 40, 50, 51, 55, 60, 61, 71, 72, 78, 80, 81, 102, 150, 189, 218, 225, 226, 300, 310, 352, 353, 356, 359, 360, 669, 757
 momentum temporis ultimum, 352
 momentum totius, 257
 momentum trabis, 180, 181, 199, 201, 202, 233–235, 250, 251
 momentum tubae parabolicae, 239
 momentum ungulae, 239
 momentum ut quadratum celeritatis, 623
 monochordum, 160, 358
 mons, 110
 mortarium, 689
 motor generalis, 623
 motor insensibilis, 655
 motus, 382, 462–464, 468, 726, 729, 731
 motus absolutus, 15, 709, 737, 739</p> |
|---|--|

motus acceleratus, 23, 50, 136, 671, 690
 motus acceptus, 21, 533
 motus ad terminum tendens, 342, 343
 motus additus, 733
 motus aequabilis centri, 416
 motus aeris, 135
 motus aetheris, 242
 motus appropinquationis, 508
 motus arbitrarie compositi, 650
 motus auctus, 658
 motus aut quies, 673
 motus baculi, 15
 motus celer, 13
 motus celerrimus, 752
 motus centri, 708
 motus centri gravitatis, 362, 645, 648, 650, 674, 725, 739, 740
 motus centri gravitatis duplus, 739
 motus centri potentiae, 506
 motus centripetus impressus, 755
 motus chordae, 50, 135, 336, 360
 motus circa suum centrum, 411
 motus circularis, 676
 motus communicatus, 632
 motus communis, 496, 518, 569, 570, 589, 592, 733, 734, 739, 740
 motus communis corporum concurrentium, 745
 motus communis cum navi, 673
 motus communis cum tota massa, 383
 motus communis in navi, 763
 motus compositus, 101, 494, 712, 755, 756
 motus computatus in medio, 754
 motus concitatus, 208
 motus consequens ex statu praecedenti, 21
 motus continue acceleratus, 689
 motus continui, 25
 motus contrarii aequales, 693
 motus contrarii inconfusi, 690
 motus contrarius, 379, 568
 motus corporis ambientis, 205
 motus corporis excipientis, 540, 563, 569
 motus corporis impingentis, 752
 motus corporis incurrentis, 589
 motus corporis propellentis, 658
 motus duplex, 655

motus duplex contrarius compositus, 689
 motus duplex et contrarius, 462
 motus elastri, 352
 motus elaterii, 323
 motus ex duobus uniformibus compositus, 492
 motus ex gravitate ortus, 683
 motus exiguis, 292, 752
 motus fluidi, 205, 209, 339
 motus gravium, 764
 motus gravium projectorum, 693
 motus impressus, 683, 690
 motus impressus extrinsecus, 690
 motus in corpore inclusus, 21
 motus in navi, 739
 motus in navi communi, 673
 motus in tubo inclinato, 646
 motus incurrentis superstes, 612
 motus infinite parvus, 525, 763
 motus infinitorum aliorum, 20
 motus infinitorum corporum, 21
 motus insitus, 755
 motus integer, 16
 motus internus, 120
 motus lucratus, 648
 motus magnae celeritatis, 21
 motus materiae, 22, 23, 245
 motus naturalis, 693, 694
 motus navis, 494–496, 533, 650, 708, 709, 734, 745
 motus obliquus, 656, 725
 motus orbicularum impulsorum, 771
 motus parallelus, 655, 676
 motus particularis, 383
 motus partim perpendicularis partim parallelus, 678
 motus partium, 208, 733
 motus partium celerrimus, 21
 motus partium extimarum, 21
 motus partium in compressione, 21
 motus parvus, 13
 motus peculiaris, 503
 motus per partes dispersus, 15
 motus perennis, 504
 motus perpendicularis, 656
 motus perpetuus, 385, 388, 389, 423, 464

- | | |
|--|---|
| <p>motus perpetuus artificialis, 530, 549, 556, 557, 645–648, 653</p> <p>motus perpetuus efficax, 387</p> <p>motus perpetuus Mechanicus, 402</p> <p>motus perpetuus naturalis, 648</p> <p>motus pilae, 12</p> <p>motus ponderibus reciprocus, 511</p> <p>motus ponderis, 278</p> <p>motus post ictum, 739</p> <p>motus praesens, 21</p> <p>motus privatus, 709</p> <p>motus progressionis, 569</p> <p>motus projectorum, 221, 653</p> <p>motus proprius, 463, 591, 739, 740</p> <p>motus puncti, 34, 80, 346, 352</p> <p>motus puncti medi, 25</p> <p>motus puncti repraesentans motum chordae, 360</p> <p>motus realiter compositi, 650</p> <p>motus reciprocationis, 123</p> <p>motus reciprocus aeris, 127</p> <p>motus reciprocus magnitudini, 740</p> <p>motus rectanguli, 659</p> <p>motus rectus, 655</p> <p>motus respectivus, 15, 583</p> <p>motus restitutionis, 23, 25, 71, 80, 81, 321, 323</p> <p>motus satis diuturnus, 490</p> <p>motus servatus, 648</p> <p>motus soni, 101</p> <p>motus summa, 749</p> <p>motus tardissimus, 432, 444</p> <p>motus totalis, 740</p> <p>motus tremulus, 94</p> <p>motus uniformis, 101, 446, 492, 645, 689</p> <p>motus universalis depellens, 423</p> <p>motus varius, 208</p> <p>motus vibrationis, 126, 734</p> <p>motus vibratorius, 69</p> <p>motus violentus, 693, 694</p> <p>mouvement, 791</p> <p>mouvement angulaire, 804</p> <p>mouvement commun, 796, 810</p> <p>mouvement composé, 802, 804</p> <p>mouvement contraire, 521, 523</p> <p>mouvement reciproque, 804</p> <p>mouvement simple, 804</p> | <p>moyen proportionel, 402</p> <p>multiplicitas chordae, 340</p> <p>mundus, 206, 627, 628, 650</p> <p>mundus separatus, 655</p> <p>mundus totus, 655</p> <p>mundus ut machina, 628</p> <p>murus, 117, 176, 178, 179, 183, 187, 201, 221, 222, 231, 233, 235, 238, 334–338, 474, 475, 558, 637</p> <p>murus perpolitus, 176, 177</p> <p>musculus, 140, 144, 151–153, 156, 157</p> <p>mutatio, 533, 614, 729, 764</p> <p>mutatio ab impulsu, 544</p> <p>mutatio casus, 564</p> <p>mutatio causae plenae, 627</p> <p>mutatio celeritatis, 403, 418, 419, 424, 431</p> <p>mutatio chordae, 39</p> <p>mutatio continua, 352</p> <p>mutatio divisa inter corpora, 635</p> <p>mutatio eventus, 564</p> <p>mutatio fata, 635</p> <p>mutatio figurae, 629</p> <p>mutatio insensibilis, 363</p> <p>mutatio inter causam et effectum, 628</p> <p>mutatio librae, 647, 648</p> <p>mutatio per saltum, 363, 630</p> <p>mutatio potentiae, 446, 473</p> <p>mutatio quam minima, 628</p> <p>mutatio respectiva, 490</p> <p>mutatio sentita, 631</p> <p>mutatio subita, 120</p> <p>mutatio tensionis, 352</p> <p>naris, 152, 157</p> <p>narratio, 111</p> <p>natura, 4, 16, 21, 23, 113, 121, 129, 132, 134, 137, 161, 244, 289, 510, 530, 632, 650</p> <p>natura aeris, 124</p> <p>natura celeritatem corpori accommodans, 634</p> <p>natura conans ad similitudinem perfectam, 632, 633</p> <p>natura corporis, 206, 210</p> <p>natura curvae, 180</p> <p>natura ictus, 730, 732</p> <p>natura integra, 531</p> <p>natura irresistibilis, 531, 654, 655</p> |
|--|---|

- natura logarithmi, 283
 natura motus, 353
 natura motus absoluta, 13
 natura parabolae, 234, 239
 natura rerum, 756
 natura servans similitudinem, 631
 natura similitudinis, 268
 natura soni, 226
 natura tensi, 86
 natura tota, 655
 natura vectis, 223
 navicula, 462
 navis, 20, 462–466, 472, 473, 483–485, 492–496,
 503, 504, 510, 514–518, 526, 532, 533, 540, 568,
 573, 650, 673, 692, 693, 708–710, 717, 725, 733,
 734, 737, 739, 745, 758, 762, 763
 navis communis, 673
 necessitas mutandi potentiam, 628
 necessitas mutandi situm, 628
 necessitas mutationis, 628
 necessitas naturae, 100, 131
 nervus, 151, 152, 154, 156, 158
 nervus acusticus, 140, 156
 nervus auditorius, 144, 154–156, 158
 nervus olfactorius, 156
 nervus opticus, 145
 nihil, 86
 nihilum, 252–254, 282, 754
 nisus aequales, 756
 nisus aquae subingredientis, 22
 nisus avellendi, 196
 nisus avellendi circularis, 190
 nisus conspirans, 140
 nisus corporis recedentis, 20
 nisus directus, 196
 nisus divellendi, 118, 199
 nisus divellendi circularis, 190, 191, 194
 nisus divellendi directus, 190, 191, 194
 nisus elastri, 103
 nisus evellendi perpendicularis, 176
 nisus perpendicularis, 189
 nisus ponderis, 176, 182, 184, 185, 190
 nisus restitutionis, 5, 120, 125
 nisus rumpendi parallelus, 176
 nisus seu celeritas, 756
 nisus ut diagonalis, 756
 nisus verticalis, 196
 nodus, 15, 185, 227
 nomen commune, 23
 nominator fractionis, 652
 nota, 30
 notabile exemplum calculi, 405
 notio causae, 21
 notio imaginaria, 564
 notio vaga, 564
 notitia, 221
 notum, 670
 numerator fractionis, 652
 numerus absolutus, 351
 numerus constans, 351, 357
 numerus corporum concurrentium, 649
 numerus desideratus, 9
 numerus exponentium, 255
 numerus filorum, 340
 numerus imparis, 266
 numerus indeterminatus, 350
 numerus ordinarius, 350
 numerus quadratus, 621
 numerus transcendentis, 350
 numerus vibrationum, 842
 nummus, 715
 nutritio, 153
 obex, 314
 objectio, 244
 objectio difficilis, 586
 objectio examinanda, 591
 objectio solvenda, 591
 objectum sonans, 95, 105
 obliquitas, 118
 obliquitas duplex, 658
 obliquitas parietis, 197
 obliquitas tabulae, 197
 obliquitas trabis, 196
 obliquitas vectis, 197
 observatio, 23, 141, 146, 266, 274
 observatio communis, 576
 observatio generalis, 576
 observatio varia, 576
 observatio vera, 576

- obstaculum, 183, 337, 381
 obstaculum objectum, 20, 544
 obstaculum resistens, 335
 obturatio, 277, 337
 occasio, 225
 occasio agendi, 20
 occiput, 152, 154
 occursus, 410, 435, 445–447, 481, 486, 501, 526,
 590, 640, 649
 occursus corporum, 738
 occursus directus, 736, 737
 occursus in centro gravitatis, 750
 occursus in corpus occursens, 590
 occursus in navi, 673, 737
 occursus in plano horizontali, 673
 occursus inaequali celeritate, 629
 octava, 34, 54, 97, 134, 136, 160–165, 167, 260
 octava communis, 165
 octava duplex, 134
 octava legitima, 165
 octava prior, 359
 octava reformata, 165
 oculus, 105, 115, 118, 208, 345, 508
 oculus in altero corpore positus, 762, 763
 oculus in corpore moto, 508
 oculus in corpore quiescente, 508
 oel, 205
 officium, 144, 156, 336
 onus, 288
 onus elastri, 319
 onus materiae, 235
 onus terrae, 235
 onus trabi impositum, 252
 onus trabis, 251
 operatio, 278
 operculum mobile, 311
 opinio falsa, 613
 opus consonandi, 139
 opus tetragonisticum, 73
 ora foliata, 152, 153, 157
 orbiculum, 771
 orbiculus olei, 205
 orbiculus pinguedinis, 206
 orbis, 149, 342
 ordinata, 281, 282
 ordo, 6, 248
 ordo intervallorum, 161
 ordo numerorum naturalis, 266
 ordo rectus, 743
 organon auditorium, 146
 organon auditus, 94, 95, 102, 105, 111, 113, 114,
 137, 139, 143–145, 151, 152, 156
 organon homotonum, 113
 organon visus, 145
 origo, 95
 origo corporis tensis, 211
 origo mechanica, 209
 origo soni, 94, 106, 108, 114, 115, 117
 ortus soni, 123, 127
 os petrosum, 141–143, 152–158
 oscillatio, 103, 379
 oscillatio funependuli, 119
 oscillatio perpetua, 316
 oscillatorium spirale elasticum, 410
 osculum, 207
 ossicula auris, 140–143, 152, 153, 156, 157
 ostium, 277
 pagina, 254, 342, 575
 pagina praecedens, 53
 pagina sequens, 300, 301
 palatum, 152, 157
 parabola, 181, 182, 202, 215, 216, 234, 239,
 251–253, 303, 318
 parabola conica, 203
 parabola quadratica, 186
 parabole, 824
 paradoxon, 132, 149, 270, 274
 paradoxon elegans, 332
 paradoxon mirabile, 595
 paradoxum, 393, 741, 743
 parallelogrammum, 248, 535, 683, 687
 parallelogrammum absolutum, 549
 parallelogrammum completum, 756
 parallelogrammum obliquum, 695
 parallelogrammum rectangulum, 659, 695
 parallelogrammum rhomboeides, 198, 199, 201
 paralogismus, 549, 550, 654
 parameter, 180
 paries, 182, 183, 195, 201, 207, 222, 227, 229–231,
 238, 239, 332, 384

paries obliqua, 197
 paries verticalis, 196
 pars aequaliter tensa, 24, 25
 pars aeris, 5, 101, 106, 110, 135, 139
 pars aeris heterogenea, 110
 pars aeris vibrans, 100–102
 pars aetheris, 342, 343
 pars animalis, 227
 pars chordae, 99, 139
 pars chordae infinite parva, 41, 70
 pars componens, 248
 pars consona, 135
 pars contigua, 211, 244
 pars continua, 139
 pars continui, 101
 pars corporis, 208, 209
 pars corporis compressa, 20, 21
 pars corporis firma, 761
 pars corporis fluida, 206
 pars corporis impulsa, 20, 21
 pars corporis insensibilis, 120
 pars corporis reflexa, 21
 pars corporis se restituens, 20
 pars discreta, 139, 211
 pars homotona, 104
 pars impetus, 698
 pars insensibilis, 244
 pars ligni aquosa, 116
 pars mollis, 21, 745
 pars mota prius quam totum, 20
 pars oculi, 140
 pars plantae, 227
 pars spatiī infinite parva, 71, 307
 pars temporis, 20
 pars tensa, 226
 pars textilis, 227
 pars tremula, 226
 pars unisona, 135, 139
 pars vibrans, 136
 pars vicina, 244
 partes aeris continuae, 97
 partes aeris flexiles, 209
 partes aquae concurrentes, 119
 partes chordae ut logarithmi, 358
 partes cohaerentes elaterio, 592

partes connexae, 188
 partes continuae, 211
 partes implexae, 211
 partes infinitae temporis infinite parvi, 731
 partes medii quiescentes, 751
 partes partium, 20
 partes pilae interiores, 607
 partes sibi applicatae, 211
 partes solidorum, 188, 189
 particula, 86
 particula aeris, 148, 149
 particula chordae, 36, 41
 particula chordae rigida, 41
 particula firma, 321
 particula ramosa, 207
 partitio potentiae, 729
 passio corporis, 628
 passus, 111, 132, 149
 patiens, 289, 481, 606, 614
 patiens quiescens, 372
 pavimentum, 733, 734
 pecten, 105
 pellis, 151
 pendula, 466
 pendula duo suspensa atque descendentia, 466
 pendule, 521–523
 pendulum, 103, 104, 121, 124, 150, 372, 389, 413,
 466, 479, 607, 613, 621, 626, 841
 pendulum descendens, 606–612
 pendulum gravius, 842
 pendulum in libra suspensum, 647
 pendulum levius, 842
 pendulum vibrans, 647
 penetratio dimensionum, 532, 632, 635
 pennula adhaerens, 135
 per accidens, 191
 per se, 191
 perceptio ocularis, 105
 perceptio soni, 95, 105, 108–110, 115, 143
 percussa, 119
 percussio, 23, 106, 111, 120, 316, 372, 381, 385,
 531, 582, 583, 587–590, 592, 599, 605, 613, 622,
 626, 627, 638, 650, 651, 670, 673, 763
 percussio accepta, 116
 percussio aeris, 108

percussio aliqua, 590
 percussio aucta, 582, 589, 590, 613
 percussio composita, 600
 percussio corporis sonori, 120
 percussio corporum occurrentium, 590
 percussio disjiciens, 601
 percussio eadem, 591, 592, 649, 650, 652
 percussio impressa, 736
 percussio major, 582, 589
 percussio minor, 589, 590
 percussio nulla, 581, 600
 percussio obliqua, 653
 percussio omissa, 593
 percussio partis aeris, 132
 percussio prior, 109
 percussio repetita, 110
 percussio secundum perpendicularem, 655
 percussio separans, 601
 percussio superveniens, 109
 percussion, 522, 523, 791, 794, 796, 797
 percussus, 614
 perforatio, 270
 periodus reciprocationis, 115
 periodus vibrandi, 131
 periodus vibrationis, 97, 103, 128, 133
 periostium, 153
 permutatio, 552, 711
 permutatio celeritatis, 543
 permutatio celeritatum, 426, 563, 629, 630, 664
 permutatio directionum, 487, 524, 629, 630
 permutatio impetuum, 766
 permutatio potentiarum, 482, 487
 permutatio velocitatum, 524, 561, 568
 permutatio virium, 481
 perpendiculum, 149
 pertica, 149
 perturbatio, 100, 109–111
 perturbatio motus, 127, 128, 130, 131
 pes, 26, 34
 pes cubicus, 5
 pesanteur, 294
 phaenomena concursuum, 464, 492
 phaenomena in navi, 762
 phaenomenon, 39, 104, 362, 450, 452, 760
 phaenomenon comprobatum, 101

phaenomenon memorabile, 111
 phaenomenon primarium, 94
 philosophus, 104, 114
 phoronomica, 645
 phthongus, 160
 physica, 239, 262, 376
 pia mater, 145
 pied, 293
 pila, 291, 411, 476, 693
 pila accipiens, 372
 pila confligens, 372
 pila decurrens, 134
 pila eburnea, 413
 pila emittenda, 300
 pila excipiens, 372
 pila impacta, 12
 pila incurrens, 372
 pila inflata, 105, 118, 479
 pila penduli, 607
 pila propulsa, 12
 pila reflexa, 372, 648
 pilus, 209
 piscis, 158
 pix, 13
 plaga, 588, 628, 629
 plaga adversa, 640
 plaga incursus, 632
 plagula, 342
 plana duo inclinata inter se recta, 688
 plana parallela, 378
 planeta, 363
 planities tabulae, 189, 218
 planum, 97
 planum contactus, 247
 planum horizontale, 376, 389, 466, 636, 637, 647,
 673
 planum horizonti parallelum, 647
 planum horizontis, 238
 planum impositum, 561
 planum inclinatum, 377, 378, 467, 636, 645, 688,
 764
 planum paginae, 4
 planum secans, 238
 planum superficie congruens, 7
 plectrum, 135

- | | |
|---|--|
| <p>plenitudo loci, 189, 218
 plexus, 140
 plexus fibrae, 227
 plica, 101, 131, 151
 pluma, 135, 209
 pluma adhaerens, 102, 103
 poids, 402
 point d'équilibre, 817
 pollex, 34, 152
 polygonum angulorum infinitorum, 297
 polygonum infinitangulum, 297
 polygonum laterum infinitorum, 297
 pomoerium scientiae, 221
 pondus, 417, 462, 509
 pondus abrumpens, 177, 230, 231
 pondus ad rumpendum necessarium, 265
 pondus adhibitum, 15
 pondus adjectum, 223
 pondus aeris, 99, 110, 124, 131, 210, 218, 242,
 313, 314
 pondus agens, 193
 pondus aggelatum, 335, 337, 338
 pondus annexum, 287
 pondus appensum, 34, 44, 51, 67, 176, 178, 184,
 190, 191, 197, 222, 223, 225–231, 241, 246, 248,
 297, 336–338
 pondus ascendens, 339, 340
 pondus atmosphaerae incumbantis, 26
 pondus attractum, 339
 pondus avellens, 179, 183, 191
 pondus cadens, 278, 284, 285
 pondus chordae, 5, 79, 81, 297
 pondus circulariter agens, 194
 pondus circulariter rumpens, 186
 pondus circulariter tendens, 183, 185
 pondus comprimens, 307, 316, 333
 pondus corporis comprimentis, 314
 pondus corporis concurrentis, 543
 pondus corporis impacti, 301
 pondus corporis impingentis, 300, 301, 311
 pondus corporis tensi, 79, 319
 pondus cylindri aerei, 307, 309
 pondus descendens, 278, 282, 339, 340
 pondus directe agens, 192, 194
 pondus directe rumpens, 186</p> | <p>pondus directe tendens, 183, 185
 pondus divellens, 191
 pondus elevandum, 14
 pondus elevans, 335
 pondus evellens, 176, 179, 230, 231, 238
 pondus extrahens, 242
 pondus immensum, 334
 pondus impositum, 235, 236, 251
 pondus incumbens, 670
 pondus infinitum, 656
 pondus libere appensum, 195
 pondus libere suspensum, 192, 193
 pondus multiplicatum, 336
 pondus nitens circulariter, 191
 pondus nitens directe, 191
 pondus noncuplum, 359
 pondus onerans, 4
 pondus oppositum, 334, 335
 pondus pendens, 15, 287, 289
 pondus proprium, 216
 pondus quadruplum, 328, 359
 pondus retinens, 334, 335
 pondus suspensum, 178, 184, 186, 195–197, 218,
 219
 pondus sustentans, 32, 34, 37, 43, 47, 55
 pondus sustinendum, 327
 pondus sustinens quadruplum, 82
 pondus tabulae, 188
 pondus tendens, 26, 32–34, 36–39, 43, 46, 48, 51,
 53, 55, 67, 78, 79, 81, 82, 85, 184, 185, 213,
 228, 229, 241, 266, 269, 274, 287–289, 302,
 326–328, 332, 335–337, 339, 340
 pondus tendens quadruplum, 34, 54, 82, 260
 pondus trabi aequale, 195, 196
 pondus trabis, 176, 179, 180, 195–197, 201, 222,
 231, 233, 235, 250, 252, 257
 pondus trahens, 193, 334, 335, 337, 340
 pondus vecti appensum, 179, 191
 pondus vecti suspensum, 192
 pondus vectis, 179, 192, 195
 ponticulus, 132
 porta, 98
 portio aeris, 97, 100, 109–111, 124, 130, 131, 133,
 134, 212
 portio annularis, 9</p> |
|---|--|

portio chordae infinite parva, 40
 portio chordae omnium minima, 40
 portio impetus, 120
 portio trabis, 197
 porus, 22, 120, 150, 241
 potentia, 26, 139, 148, 182, 239, 271, 281, 285,
 386–388, 390, 392, 396, 402, 403, 412, 419, 421,
 425, 431, 447, 449–453, 462–466, 468–478, 480,
 482–484, 486, 492–495, 499, 503, 504, 507,
 509–513, 517, 667, 690, 693, 697–700, 702, 704,
 706–708, 711, 712, 720, 721, 723, 727, 729, 730,
 765, 766, 768
 potentia a directionibus partialibus, 700
 potentia ab effectu aestimanda, 316
 potentia abrumpendi, 223
 potentia abrumpens, 259
 potentia absoluta, 489, 695, 700
 potentia absoluta totalis, 717
 potentia accepta, 302
 potentia acquirenda, 302, 309
 potentia acquisita, 282, 285
 potentia ad restitutionem sui nitens, 358
 potentia ad rumpendum necessaria, 265
 potentia aequalis, 338
 potentia aequaliter agens, 466
 potentia aeris, 213, 309
 potentia aeris compressi, 312, 313
 potentia aeris elastica, 312
 potentia aeris tensi, 317
 potentia agendi, 221
 potentia agens, 5, 481
 potentia amborum corporum concurrentium, 474
 potentia amissa, 309, 311, 313
 potentia ante concursum, 763
 potentia arcus, 301
 potentia causae, 628
 potentia chordae, 327
 potentia composita, 707
 potentia compressione quaesita, 309, 310
 potentia compressionis, 314
 potentia compressiva, 470
 potentia comprimens, 338
 potentia confligens, 530
 potentia conservanda, 760
 potentia consonum, 139

potentia continuandi, 470
 potentia corporis, 424
 potentia corporis comprimentis, 309, 310, 313
 potentia corporum concurrentium, 540, 765
 potentia corporum occurrentium, 589, 592
 potentia destructa, 476
 potentia directionis compositae, 700
 potentia dupla, 757
 potentia effectus, 628
 potentia elastica, 134, 322, 358
 potentia eundi, 469
 potentia evellendi, 223
 potentia evellens, 259
 potentia extrahens, 242, 338
 potentia ictus, 470–473, 476, 495, 723, 724
 potentia inaequalis, 530
 potentia inassimilabilis, 302
 potentia liberata, 358
 potentia machinae, 628
 potentia magna, 103
 potentia media, 206
 potentia motrix, 693
 potentia motrix absoluta, 832
 potentia movendi, 221
 potentia partium, 396
 potentia patiendi, 221
 potentia ponderis, 336–338
 potentia post concursum, 763
 potentia praesens, 310
 potentia recepta a sagitta, 301
 potentia recuperanda, 309
 potentia redeundi, 470
 potentia relativa, 832
 potentia resistendi, 221, 334
 potentia restitutionis, 300–302
 potentia retrocedendi, 470
 potentia se restituens aequali tempore, 358
 potentia servanda, 589
 potentia superflua, 483
 potentia tendens, 317, 336, 338
 potentia tota, 471–473, 478, 495, 712
 potentia tota corporis, 471
 potentia totalis, 423, 431, 712
 potentia totius, 423, 677
 potentia totius aggregati, 396

- potentia trahendi, 334
 potentia turbata, 4, 358
 potentia viva, 669
 potentiae inaequales, 477
 potestas, 80, 197, 355, 585
 poudre à canon, 291, 292
 praecedentia, 435
 praecessio, 573
 praecessio corporis excipientis, 563
 praelum, 262, 263
 praemissa, 42
 praesumptio generalis, 568
 praxis, 203, 274, 305, 690
 pressio, 731
 pressio aeris, 97, 337
 pressio ambientium, 262
 principe d'experience, 409
 principe de mecanique, 295
 principe des parallelogrammes, 803
 principia nostra, 755
 principia omnium hactenus recepta, 389
 principium, 15, 184, 206, 208, 618, 635
 principium a similitudine omnium, 267
 principium aestimandarum virium, 686
 principium aestimandi per quantitatem motus,
 686
 principium calculi, 636
 principium commune, 672
 principium compositionis motuum, 758
 principium de eadem motus quantitate, 389
 principium ejusdem distantiae, 511
 principium elastri, 210
 principium experientiae, 409
 principium generale, 4, 294
 principium judicandi, 568
 principium metaphysicum, 23, 382
 principium meum, 402
 principium naturae, 16
 principium navis, 762
 principium servanda directionis, 667
 principium servanda potentiae, 667
 principium servatae directionis totalis, 712, 729
 principium servatae potentiae, 712, 729
 principium servatae quantitatis motus, 666
 principium servati centri gravitatis, 666
 principium similitudinis, 667
 principium viae centri, 511
 principium virium servatarum, 631
 prisma, 87
 prisma triangulare, 233
 proba, 742
 proba calculi, 167, 604
 probabilitas, 589
 probatio, 566, 742
 probatio per instantiam, 591
 problema, 56, 148, 197, 216
 problema determinate solutum, 253
 problema determinatum, 289
 problema differentiale determinatum, 250
 problema difficile, 253
 problema facile, 253
 problema geometricum, 74
 problema in catenae figura indaganda, 831
 problema indeterminatum, 324
 problema perdifficile, 250
 problema solutum, 254
 problema trascendentium, 324
 processus centri gravitatis, 376
 processus in linea recta, 387
 processus uniformis centri potentiae, 431
 productio chordae, 31
 productio soni, 148
 productum, 652
 productum celeritatis centri gravitatis in summa
 corporum, 418
 productum corporis in quadratum celeritatis, 745
 productum corporis in suam celeritatem, 418
 productum momento, 356
 produit de la grandeur par le carré de la vitesse,
 389, 402
 produit de la vitesse par la masse, 792
 progressio, 303, 549, 550, 560, 564, 566, 569–572,
 679, 718
 progressio arcana, 74
 progressio arithmetic, 89, 266, 282, 324, 753
 progressio centri gravitatis, 561, 737
 progressio corporis incurrentis, 571, 572
 progressio corporis majoris, 634
 progressio Geometrica, 753
 progressio geometrica, 266, 282, 324, 753

progressio harmonica, 89
 progressio motus, 69
 progressio navis, 737
 progressio per curvam exprimenda, 5
 progressio residua, 570
 progressio seriei, 255
 progressio simplex, 536
 progression, 793
 progressus, 321, 566, 567, 574, 578, 588, 722
 progressus actionis, 452
 progressus ad plura, 763
 progressus ante ictum, 744
 progressus centri gravitatis, 525, 526, 541, 544,
 580, 648, 698, 750, 763
 progressus centri gravitatis ante ictum, 744
 progressus centri gravitatis post ictum, 744
 progressus communis, 762
 progressus compressionum et propulsionum in
 ictu, 733
 progressus corporis, 750
 progressus corporis impingentis, 752
 progressus corporis incurrentis, 572, 580, 590, 633,
 634
 progressus corporis majoris, 373
 progressus corporis post ictum, 743
 progressus cum navi, 568
 progressus imperfectus, 566
 progressus in eandem plagam, 628
 progressus indefinite parvus, 677
 progressus motus, 61
 progressus mutuo impeditus, 672
 progressus perfectus, 566, 567
 progressus post ictum, 744
 progressus post incursum, 563
 progressus spatii, 354
 progressus temporis, 354
 progressus uniformis centri gravitatis in recta, 492
 progressus uniformis centri potentiae in recta, 493
 progressus vincens, 577
 progressus virium perditarum, 606
 prominentia, 246, 248
 promontorium, 245
 promotio corporis, 13
 pronuntiatum memorabile, 743
 pronuntiatum paradoxum, 743

propagatio, 731
 propagatio fluctuum, 106
 propagatio in infinitum, 118
 propagatio isochrona, 102, 133
 propagatio soni, 94, 97, 100, 102, 104, 111, 113,
 114, 123, 128, 133, 142, 148, 149
 propagatio toni, 94, 97, 100, 101
 propagatio vibrationis, 6, 97, 99, 104, 140, 141
 proportio accelerationis, 692
 proportio arithmeticæ, 150
 proportio celeritatum, 504
 proportio corporis incurrentis ad quiescens, 534
 proportio determinata, 336
 proportio duplicata, 87
 proportio exacta, 55
 proportio geometrica, 150
 proportio intervallorum, 162
 proportio proportionum, 268
 proportio sonorum, 160
 proportio superparticularis, 162
 proportio superpartiens, 162
 proportio vera, 225
 proportionalitas, 268, 709
 propositio, 36, 41, 42, 45, 69, 96, 109, 184, 185,
 194, 241, 533, 536, 672
 propositio certa, 549, 550
 propositio de incremento celeritatis perfecto, 655
 propositio elegans, 575
 propositio falsa, 591
 propositio fundamentalis totius scientiae
 Mechanicae, 396
 propositio probanda, 533
 propositio reformanda, 575
 propositio rigorose vera, 655
 propositio universalis, 597
 propositio vera, 546
 proposition, 294, 295
 propositum, 360
 proprietas, 561
 proprietas curvae, 257
 proprietates communes, 576
 propulsio, 761
 prudentia aeris, 128
 pugna, 100
 puissance, 295

pulcherrimum, 350
 pulsatio, 33, 76, 136, 142
 pulsatio chordae, 43, 44, 47, 76, 95
 pulsatio fortis, 358
 pulsatio isochrona, 102
 pulsatio mollis, 358
 pulsatio partis aeris, 102
 pulsio, 130
 pulvis, 94
 pulvis pyrius, 291
 punctuatio, 543
 punctum chordae, 25
 punctum concursus, 397, 516, 717
 punctum contactus, 427, 662
 punctum grave, 509
 punctum immobile, 25, 74
 punctum immotum, 76
 punctum in punctum incurrens, 656
 punctum inaequaliter resistens, 191
 punctum medium, 76, 680
 punctum mobile, 74, 352, 353
 punctum quietis, 231, 232, 235
 punctum reale, 346
 punctum se restituens, 76
 punctum sensibile, 106
 punctum spatii, 300–304
 punctum unum, 345
 punctum verum, 717

quadrans, 621
 quadrans circularis, 356
 quadrans circuli, 56, 62, 74, 77, 78, 304
 quadrata a celeritatibus, 441
 quadrata duorum laterum conjugatorum, 659
 quadratillum, 87
 quadrato-quadratum, 235
 quadratum, 60, 62, 223, 229, 230, 233–236, 259,
 302, 304, 318, 627
 quadratum a diagonali, 659
 quadratum celeritatis, 81, 271, 293, 309, 312, 316,
 405, 557, 623, 627, 637, 650, 654, 686, 695, 745
 quadratum celeritatis ductum in corpus, 650, 657,
 659, 686, 695
 quadratum circumscriptum, 229, 234, 259
 quadratum diagonii, 659

quadratum distantiae, 651
 quadratum tensionis, 357
 quadratum velocitatis, 280, 285, 322, 750
 quadratum velocitatis communis, 751
 quadratura, 60, 351
 quadrilineum hyperbolicum, 282, 284
 quaeositum, 253, 350, 589
 quaestio, 25, 34, 54, 75, 80, 297, 629
 quaestio altera, 251
 quaestio de percussione, 649, 650
 quaestio praeparatoria, 250
 qualitas physica occulta, 206
 quantité de direction, 792
 quantité de force, 809
 quantité de mouvement, 521, 792
 quantité du mouvement, 291, 292, 294, 295, 389,
 402
 quantitas, 641
 quantitas absoluta celeritatis, 504
 quantitas affirmativa, 405, 437, 484, 578
 quantitas appropinquationis, 410, 583, 765
 quantitas celeritatis in corpus ductae, 391
 quantitas centrifuga, 765
 quantitas centripeta, 765
 quantitas constans, 354
 quantitas corporis, 403, 410, 530
 quantitas directionis, 663, 686
 quantitas effectus, 85, 86, 288, 396, 530
 quantitas evanescens, 355–357
 quantitas excessus, 85
 quantitas homogenea, 356, 357
 quantitas incursus, 632
 quantitas materiae, 69
 quantitas materiae motae, 34
 quantitas motus, 34, 294, 372, 387, 403, 407, 410,
 531, 553, 555, 557, 562, 591, 600, 605, 623, 632,
 666, 724, 731, 739, 750
 quantitas motus absoluti, 402
 quantitas motus aequalis, 751
 quantitas motus affirmativa, 744
 quantitas motus ante concursum, 744
 quantitas motus ante ictum, 743, 744
 quantitas motus contraiens centro gravitatis, 746
 quantitas motus corporis minoris, 744

- quantitas motus corporum concurrentium, 658, 744
 quantitas motus directioni centri gravitatis contraria, 746
 quantitas motus dupla, 744
 quantitas motus eadem, 629, 637
 quantitas motus excedens, 744
 quantitas motus in corpore insita, 21
 quantitas motus in mundo, 628
 quantitas motus in mundo servata, 650
 quantitas motus lucrata, 744
 quantitas motus major, 737, 738, 740, 745, 751
 quantitas motus major finita, 21
 quantitas motus minor, 738, 740, 744, 746, 751
 quantitas motus non servata, 623
 quantitas motus nulla, 745, 746
 quantitas motus post concursum, 744
 quantitas motus post ictum, 743, 744
 quantitas motus servanda, 553, 655
 quantitas motus servata, 655
 quantitas motus tanquam planum, 745
 quantitas motus tota, 744
 quantitas motus totalis, 746
 quantitas motus utrobius aequalis, 744
 quantitas mutationis, 34
 quantitas negativa, 403, 437, 441, 739
 quantitas percussione, 613
 quantitas positiva, 403
 quantitas potentiae, 419, 765
 quantitas potentiae motricis absolutae, 832
 quantitas progressionis, 706
 quantitas progressus, 743, 749, 765
 quantitas pulsationis, 128
 quantitas quadrata, 651
 quantitas transmutationis, 86
 quantitas velocitatem repraesentans, 354
 quantitas velocitatis, 530
 quantitas vicinitatis, 533
 quantitas virium, 628, 663, 667, 686, 734
 quantitas virium in mundo, 628
 quantitas virium in universo, 734
 quantitas virium servata, 586
 quarré de la vitesse, 389, 402
 quarta, 96, 160–165, 167
 quarta legitima, 165–167
 quarta reformata, 164, 165, 167
 quartula, 164–167
 quasi semitonium, 166
 quasi-sinus, 60–62
 quasi-sinus complementi, 61, 62
 quasi-sinuum complementi, 62
 quies, 20, 23, 119, 262, 263, 316, 343, 383, 389, 444, 463, 477, 564–568, 573, 582, 640, 657, 693, 720, 726, 729
 quies aut motus, 673
 quies corporis excipientis, 563, 566, 576
 quies corporis incurrentis, 534, 567, 571, 572, 633, 634
 quies corporis majoris, 633, 634
 quies corporis minoris, 633, 634
 quies orta, 586
 quies perpetua naturalis, 530
 quies post incursum, 575, 576
 quies ut motus infinite parvus, 763
 quietis corporis incurrentis, 572
 quinta, 97, 134, 160, 161, 163–165, 167, 260
 quinta legitima, 165, 167
 quinta reformata, 165, 167
 quinta vera, 165
 quinta vulgaris deficiens, 165, 166
 quinta vulgaris imperfecta, 165
 quotiens aestimationis, 200
 quotiens omnium maximus, 197
 radius, 74, 77, 106, 127, 356
 radius circuli, 8, 9, 302
 radius solis ad planetam ductus, 755
 radix aequationis, 597
 radix numeri quadrati, 621
 radix quadratica, 309, 310
 radix quadratica logarithmi, 310, 313
 ramus, 207, 209
 ramusculus, 209
 rarefactio, 124, 149, 209
 rasio, 666
 ratio, 65, 136, 144, 146, 148, 381, 387, 393, 403, 413, 573, 622, 637, 706, 712
 ratio aequalitatis, 567
 ratio appropinquationis, 558
 ratio argumentandi, 303

ratio calculi, 81
 ratio celeritatum, 25, 428
 ratio celeritatum ante concursum, 428
 ratio celeritatum post concursum, 428
 ratio composita, 186, 428
 ratio composita directa, 403
 ratio composita reciproca, 403
 ratio connexionis, 592
 ratio constans, 180, 202, 356, 357
 ratio demonstrativa, 7
 ratio determinata, 357
 ratio diametri ad circumferentiam, 351
 ratio distantiarum, 186
 ratio distantiarum a centro gravitatis, 419
 ratio duplicita, 186
 ratio eadem, 653
 ratio ejusdem ad semet, 357
 ratio excipiens ad incurrens, 545
 ratio finita, 567
 ratio firma, 20
 ratio geometrica, 311
 ratio infinita, 567
 ratio infiniti ad finitum, 545
 ratio infiniti et aequalitatis media, 567
 ratio intervallorum, 160
 ratio longitudinis, 196
 ratio longitudinum, 184
 ratio magnitudinum reciproca, 638
 ratio mechanica, 113
 ratio Metaphysica, 388
 ratio minima, 239, 284
 ratio mutationis, 764
 ratio nisus, 196
 ratio obliquitatis, 196
 ratio par, 632
 ratio paradoxii, 274
 ratio perturbata, 426
 ratio ponderis ad resistentiam, 180
 ratio ponderum, 185
 ratio preferendi, 631
 ratio reciproca, 184, 192, 508, 526
 ratio reciproca dupla, 568
 ratio reciproca duplicita, 428
 ratio reciproca perturbata, 426
 ratio reddenda, 542

ratio reddita, 101
 ratio rei reddita, 359
 ratio rerum, 624
 ratio resistentiae, 196
 ratio separandi, 632
 ratio separationis, 631
 ratio sonorum, 160, 161
 ratio subduplicata, 303
 ratio subquadruplicata, 164
 ratio tensionum, 186
 ratio ut infinitum ad finitum, 731
 ratio vectis, 196, 201
 ratio vectium, 191, 192
 ratio voluntatis divinae, 624
 ratiocinatio, 33, 44, 45, 47, 52, 79, 123, 177, 226,
 248, 293, 327, 337, 533, 542, 545, 591, 594, 605,
 627, 630
 ratiocinatio de vi, 593
 ratiocinatio de vi elastica, 582
 ratiocinatio generalis, 574
 ratiocinatio inepta, 582
 ratiocinatio labefacta, 586, 630
 ratiocinatio per compositiones motuum, 482
 ratiocinatio proba, 585
 ratiocinatio probabilis, 589
 ratiocinium, 626
 rayon d'oscillation, 821
 rayon solide, 814
 reactio, 149, 150
 realia sive physica, 696
 realitas, 696
 recessus, 722, 749
 recessus a quiete, 343
 recessus a termino, 343
 recessus a terra, 637
 recessus corporum concurrentium, 652
 recessus et accessus aequales, 762
 recipiens exhaustus, 212
 recipiens Magdeburgicus, 211, 212
 recipiens vacuum, 243
 reciprocatio, 100, 150, 277, 552, 646
 reciprocatio aeris, 125
 reciprocatio chordae, 123
 reciprocatio corporis percussi, 109
 reciprocatio corporis sonori, 110

reciprocatio corporis trementis, 109
 reciprocatio pulcherrima, 358
 reciprocatio repetita, 115
 reciprocatio tremula, 115
 recta, 66, 72, 76–78, 300, 302, 303
 recta aequilibrii, 655
 recta bisecans angulum, 764
 recta centra jungens, 710, 719
 recta maxima, 289
 recta parallela, 80
 recta per centra mobilium transiens, 717
 recta rigida, 4, 185
 recta secans, 196
 recta tangens, 8
 rectangulum, 60, 62, 192, 248, 281–284, 307, 348,
 352, 353
 rectangulum aequilaterum, 659
 rectangulum circumscripsum, 186, 203, 234
 rectangulum sub velocitatibus propriis, 751
 rectitudo, 115
 recul du canon, 294, 295
 recursus, 469
 redactio materiae, 23
 redhibitio, 469
 reductio ad lineas, 350
 reductio chordae, 40, 48
 reflexio, 144, 387, 715, 731
 reflexio corporis, 118, 763
 reflexio corporis incurrentis, 622
 reflexio corporis minoris, 373
 reflexio corporis post concursum, 742
 reflexio corporum concurrentium, 647, 648, 737
 reflexio duplex, 715
 reflexio globi, 636
 reflexio penduli, 607, 609, 611
 reflexio post concursum, 740
 reflexio post ictum, 739
 reflexio repetita, 715
 reflexio simplex, 715
 reflexio soni, 140
 reflexion, 794, 795, 798
 reformatio, 166, 569, 573, 588, 593, 605, 626, 636
 refractio, 674, 678
 regressus, 542, 544, 582
 regressus corporis incurrentis, 633

regressus corporis post ictum, 743
 regula, 71
 regula abstracta, 605, 607
 regula centri gravitatis, 644
 regula collecta, 642
 regula compositionis, 476
 regula concursus corporum, 607
 regula concursus electivi alternorum, 692
 regula constructionis, 501
 regula de concursu corporum, 591
 regula de eadem celeritate et directione centri
 gravitatis, 486
 regula de quantitate progressus, 762
 regula de recursu centri gravitatis, 487
 regula de servata potentia, 486
 regula de servatione virium, 388
 regula de summa et differentia velocitatum, 762
 regula de via centri gravitatis, 509, 645, 720
 regula distantiae, 644
 regula elegans, 641
 regula evanescentiae, 763
 regula generalis, 572
 regula generalis geometrice determinanda, 238
 regula generalis Mariotti, 411
 regula Hugeniana, 405, 412, 503
 regula Hugenii, 405
 regula in summa servatae directionis, 666
 regula infallibilis, 525
 regula Mariotti, 411
 regula motus, 13, 652
 regula motuum, 726
 regula nostra, 406
 regula per compositiones, 503
 regula percussionis, 626
 regula ponderum, 38
 regula potentiae, 476
 regula refractionis pro lumine, 678
 regula servandae directionis totalis, 712
 regula servandae potentiae totalis, 712
 regula specialis, 572
 regula transitus a motu ad quietem, 763
 regula universalis, 572
 regula viarum centri, 509
 regula virtutis elasticae, 631
 regulae compositionum, 720

- | | |
|--|---|
| regulae concursus, 552 | repulsa nova, 570 |
| regulae concursus corporum, 605 | repulsa perfecta, 566, 567 |
| regulae concursuum, 592 | repulsa plena, 564 |
| regulae de concursu corporum, 653 | repulsam ob percusionem, 585 |
| regulae Hugenianae, 466 | res ad rationem reddit, 357 |
| regulae Hugenii, 406 | res ad terminum accedens, 345 |
| regulae incursum, 592 | res calculo aestimata, 737 |
| regulae motus Cartesii, 785 | res calculo expressa, 737 |
| regulae motuum, 715 | res circiter vera, 359 |
| regulae occursum, 592 | res compressa, 22 |
| regulae reflexionum, 656 | res continue crescens, 354 |
| rejectio corporis tendentis, 319 | res continue decrescens, 354 |
| relatio, 180, 350 | res continue proportionalis, 354 |
| relatio ad systema, 637 | res de integro ordita, 345 |
| relatio celeritatis ad altitudinem, 623 | res definita, 571 |
| relatio composita, 535 | res determinata, 288, 289 |
| relatio generalis in calculo, 342 | res elastica, 96 |
| relatio in genere, 351 | res exacte vera, 359 |
| relatio similis, 651 | res gestae, 224 |
| relatio temporis et spatii, 280, 318 | res mathematica, 176 |
| relatio velocitatis et spatii, 280 | res mechanica, 225 |
| reliquiae vibrationis, 127, 128 | res mira, 658 |
| remedium, 635 | res mota a se ipsa, 21 |
| remotio obstaculi, 120 | res optica, 225 |
| rencontre, 389, 400, 402 | res physica, 176 |
| rencontre directe, 400, 402 | res pulsata, 358 |
| rencontre oblique, 402 | res sensibilis, 262 |
| repelli plus quam sisti, 634 | res sibi relicta, 345 |
| repercussio, 105, 118, 474, 477, 478, 585, 586, 719,
733 | res tendibilis, 339 |
| repercussio corporum aequalium, 379 | res tensa, 120, 358 |
| repercussio post concursum, 740 | residuum, 165, 166 |
| repercussus, 474 | residuum abreptionis, 586, 590 |
| repetitio, 340 | residuum de vi, 589 |
| repetitio soni, 108 | resilientia elaterii, 386 |
| repetitio vibrationis, 128 | resilitio, 386, 387 |
| replicatio, 382 | resilitio secunda, 387 |
| replicatio certaminis, 570 | resilitiones plurimae, 387 |
| repos reciproque, 794 | resistence, 291, 292, 294, 295 |
| repulsa, 545, 555, 562, 564, 566, 567, 569–571,
574, 577, 578, 581, 585 | resistence de l'air, 522 |
| repulsa corporis incurrentis, 571, 572, 614, 634 | resistence des solides, 176 |
| repulsa corporis minoris, 614, 633 | resistentia, 211, 292, 362, 478, 518, 582, 683, 730 |
| repulsa imperfecta, 566 | resistentia a materia, 207 |
| repulsa minima, 634 | resistentia ad flexum, 451 |
| | resistentia ad fractionem, 451 |
| | resistentia ad rupturam, 272 |

- resistentia aeris, 5, 64, 84, 278, 279, 281, 307, 622, 653, 692, 754
 resistentia aquae, 678
 resistentia basis, 257
 resistentia chordae, 186, 211
 resistentia corporis, 188, 216
 resistentia corporis excipientis, 563, 600
 resistentia corporis quiescentis, 534, 673
 resistentia distributa, 191
 resistentia dividendi, 118
 resistentia elastri, 600
 resistentia funis, 289
 resistentia liquidi ambientis, 376
 resistentia materiae ad motum, 362
 resistentia medii, 675
 resistentia nulla, 581
 resistentia picis, 13
 resistentia rei movendae, 5
 resistentia solidi, 87, 188, 214, 221
 resistentia tabulae, 178, 191–193
 resistentia trabis, 179, 180, 196, 197, 201, 221–223, 225, 228, 229, 231–236, 238, 239, 250, 251, 259
 resistentia trabis directa, 229, 230
 resistentia trabis transversa, 229, 230
 resistentia transversalis, 239
 resistentia ubique aequalis, 257
 resistentia vectis, 191, 192
 resolutio facilis motus, 493
 resonantia chordarum, 104
 respectivum aliquid, 583
 respectus corporum concurrentium servatus, 650
 ressort, 18, 290–292, 294, 411, 521, 522, 796–798, 809
 ressort imparfait, 811
 ressort parfait, 797, 798
 restitutantia, 362
 restitutio, 15, 22, 23, 71, 453, 673, 731, 732
 restitutio aequalis, 357
 restitutio aequidiuturna, 76, 79, 96, 120
 restitutio aequivelox, 343
 restitutio aeris, 125, 309, 310, 313
 restitutio arcus, 79
 restitutio chordae, 25, 30, 31, 33, 36, 40, 41, 43–48, 51, 55, 56, 63, 64, 70, 74–76, 80, 81
 restitutio chordae tensae, 321
 restitutio comprimens, 108
 restitutio corporis, 118, 206
 restitutio corporis sonori, 96
 restitutio corporis tensi, 76, 78, 319
 restitutio dilatans, 108
 restitutio distributa, 16
 restitutio elastri, 20, 319, 342, 352, 358, 745
 restitutio elaterii, 293
 restitutio flexi, 105
 restitutio impetus, 120
 restitutio insensibilis, 16, 226
 restitutio integra, 74, 76, 78, 79
 restitutio isochrona, 41, 42, 63, 310, 319, 342
 restitutio omnimoda, 46, 47, 55, 63, 64, 76, 77
 restitutio percussi, 106, 115
 restitutio percussi tremula, 120
 restitutio plena, 25, 74
 restitutio reciprocata, 119
 restitutio rei tensae, 345
 restitutio tensi, 105, 304
 restitutum, 106
 retardatio, 376
 retina, 145
 retinaculum, 291
 revolutio curvae, 7
 rigiditas, 270
 rigiditas infinita, 20
 rigiditas tabulae, 177
 rigidum, 671
 rigor metaphysicus, 628
 rima, 245
 ripa, 20, 462, 463, 465, 484, 492, 514
 rota circumagenda, 648
 rotula, 183
 rotunditas, 206, 208
 rudera, 244, 245
 rudimentum soni, 108, 127
 rupe, 117
 ruptio corporis, 271
 ruptura, 247, 249, 383
 ruptura chordae, 211, 267, 272
 ruptura corporis, 271
 ruptura corporis icti, 474
 ruptura filii, 15
 ruptura funis, 182

- ruptura trabis, 196, 197
 ruptura vitri, 136
 sac plein d'eau, 521
 sagacitas naturae, 139
 sagitta, 23, 74, 77, 79, 291, 292, 319
 sagitta arcus, 300
 sagitta circuli, 304
 sagitta emittenda, 300–302
 sagitta interquiescens, 300
 sagitta percussa, 300, 302
 sagittula, 94
 sagittula aerea, 123
 saltus, 164, 564, 566, 630
 saltus duplex, 164
 saltus fistulae, 135
 saltus triplex, 164
 saltus tubae, 135
 sanguis, 693
 sapientia angelica, 638
 sapientia creatoris, 128
 scabellum, 335
 scalae cochleatae, 141, 143, 155, 157
 scheda, 30, 36, 43, 50, 60, 63, 64, 254, 310, 315,
 317, 349, 530, 542, 553, 560, 562, 569, 570, 575,
 577, 588, 590, 599, 605, 615, 618, 626, 627, 630,
 636, 645, 653
 scheda excerpta, 736
 scheda inserta, 549
 scheda separata, 749
 schediasma, 213, 259
 schema, 60
 schola, 114
 scientia mechanica, 221
 scientia Mechanicae, 396
 scientia nova Dynamices, 832
 sclopeturn, 127, 149
 scopus, 530, 532, 533
 scrupulus, 18, 95
 scutum, 270, 272
 scyphus aqua plenus, 136
 secteur, 804
 sectio, 151
 sectio divina, 166
 sectio monochordi, 63, 64, 70, 79, 99, 109, 128, 358
 sectio solidi, 297
 sectio trabis, 176, 179, 196–198, 222, 233, 238
 sectio tubae, 7
 secunda, 161
 secunda major, 161
 secunda minor, 161
 secundum horarium, 842
 seil, 305
 selibra, 26
 semicomma, 166, 167
 semiditonius, 161
 semihora, 104
 semitonium, 161–163, 165, 166
 semitonium chromaticum, 163, 165
 semitonium chromaticum reformatum, 164
 semitonium extraordinarium, 165
 semitonium fictum, 165
 semitonium majus, 162, 163
 semitonium medium, 164
 semitonium minus, 162, 165
 semitonium mutum, 163, 165
 semitonium naturale, 161–165, 167
 semitonium reformatum, 164–167
 semitonium rigorosum, 166, 167
 sensorium, 100, 144
 sensorium ultimum, 140
 sensus, 13, 31, 149, 204, 227, 316, 357
 sensus communis, 141
 sententia, 15, 224, 334, 549, 592
 separatio, 219, 732, 733
 separatio corporum, 558
 separatio duorum corporum, 292
 separatio partium, 247
 series, 255, 324
 series elateriorum, 6
 series impossibilis, 255
 series infinita, 252, 351, 357
 series ratiocinationum, 582
 sermo, 46, 63, 201
 servatio potentiae, 766
 servatio virium, 388
 sesquiditonius, 161
 sesquitonus, 161–163, 167
 sesquitonus legitimus, 165
 sesquitonus naturalis, 161

- sesquitonus reformatus, 164, 165, 167
 sexta major, 162, 164, 165, 167
 sexta minor, 162, 164, 167
 signum, 101, 149, 150, 254, 269, 318, 431, 491, 644
 signum affirmativum, 495
 signum ambiguum, 597, 750
 signum explicandum, 638
 signum mercurii, 656
 signum primi instantis, 698
 similior seu natura propior, 633
 similitudo, 13
 similitudo effectus cum causa, 534, 627
 similitudo maxima, 633
 similitudo non servata, 632
 similitudo rerum sensibilium, 262
 similitudo servata, 631
 similitudo status prioris perfecta, 633
 similitudo statuum, 633
 simplicitas progressionis, 536, 589
 sinuositas, 247, 248
 sinus, 55–57, 60–62, 74, 77, 244–246, 248, 303
 sinus anguli, 197
 sinus circuli, 302
 sinus complementi, 60–62, 74, 78, 303
 sinus rectus, 77, 78, 303, 304
 sinus versi, 303
 sinus versus, 74, 78, 304
 siphon, 212, 213
 situs, 248, 279
 situs chordae, 74
 situs naturalis, 208
 situs oblongus, 208
 situs potentiae, 628
 socius, 149
 sol, 292, 656
 sol tanquam umbilicus, 755
 soleil, 807
 solicitatio, 356
 solicitatio a tensione dependens, 356
 solicitatio accedendi ad terminum, 344, 346, 349,
 351
 solicitatio ad descendendum, 342
 solicitatio constans, 349
 solicitatio decrescens, 354
 solicitatio desinens, 354
- solicitatio evanescens, 343
 solicitatio gravis, 342
 solicitatio impressa, 343
 solicitatio imprimens conatum novum, 358
 solicitatio nova, 352
 solicitatio pergendi, 342
 solicitatio tensioni proportionalis, 351, 354, 358
 solicitatio ultima, 350
 solicitatio ut quadratum tensionis, 357
 soliditas, 417
 soliditas aquae, 118
 solidum, 141, 197, 239, 310
 solidum conditum, 561
 solidum conoeides, 257
 solidum elasticum, 11
 solidum flectenti ubique aquiresistens, 258
 solidum inclinatum, 655
 solidum nascens, 297
 solidum perfecte rigidum, 222
 solidum tensile, 182, 183
 solidum ubique aquiresistens, 214, 257
 solutio, 195, 197, 199, 211, 251, 252, 289
 solutio difficultatis, 101
 solutio impossibilis, 640
 solutio nostra, 406
 solutio nota, 253
 solutio problematis, 250
 son, 521, 522
 sonans, 95, 114, 121, 123
 soni ut numeri, 358
 soni ut rationes, 358
 sonnette, 522
 sonus, 4–6, 34, 89, 95, 96, 100–102, 105, 106, 108,
 111, 113–115, 118–120, 140, 144, 148–150, 157,
 204, 226, 343, 384, 387, 410, 452
 sonus acutus, 5, 96, 109, 117, 118, 140, 143, 162,
 226
 sonus aequalis, 357
 sonus aequo velox, 132
 sonus aeris, 106
 sonus allapsus, 6
 sonus aquae, 106
 sonus atonus, 116, 129
 sonus clappans, 129
 sonus consonus, 160

sonus continuatus, 136
 sonus debilis, 96, 110, 132
 sonus destructus, 128
 sonus dissonus, 160
 sonus duplo acutior, 359
 sonus exprimendus, 101, 144
 sonus gratus, 160
 sonus gravis, 55, 96, 140, 143, 162
 sonus impressus, 148
 sonus in vacuo, 110
 sonus inconditus, 115, 129
 sonus ingratus, 160
 sonus instrumenti, 157
 sonus languens, 100
 sonus nimis acutus, 129
 sonus propagandus, 94
 sonus propagatus, 132, 137
 sonus sclopeti, 108, 110
 sonus sensibilis, 106, 128, 134
 sonus surdus, 116
 sonus uniformis, 160
 sonus validus, 117
 sonus vehemens, 96, 136
 sophisma, 564
 sorites Stoicus, 564
 spannung, 305
 spatia percura, 70
 spatiolum, 72
 spatium, 343
 spatium absolutum tempore dato, 753
 spatium accessorium, 26
 spatium ademtum, 315, 316
 spatium aeris, 242, 247, 248
 spatium amissum, 315
 spatium chordae, 85
 spatium compressionis, 311–313, 315, 316
 spatium corporis, 206
 spatium datum, 26
 spatium decursum, 57
 spatium desertum, 213
 spatium extensionis, 293, 317
 spatium hyperbolicum, 282, 284, 309, 310
 spatium infinitesies infinitesimum, 731
 spatium infinitum, 303
 spatium minimum, 209

spatium naturale, 24, 26, 311
 spatium occupatum, 213
 spatium parabolicum, 303
 spatium percurrentum, 61, 318, 323
 spatium percursum, 25, 50, 51, 55, 56, 60, 70, 78,
 82, 132, 293, 301, 303, 304, 315, 359, 360
 spatium percursum ante ictum, 743
 spatium percursum post ictum, 743
 spatium praeternaturale, 24, 71, 74
 spatium propagationis, 102, 133
 spatium reciprocationis, 115
 spatium recuperandum, 316
 spatium residuum, 323, 324
 spatium restitutionis, 33, 40–42, 71, 72, 74–78,
 300, 302, 303, 318, 319, 323, 324, 354
 spatium tensionis, 300
 spatium vibrationis, 328
 species, 209, 292, 338
 species impressa, 119, 148
 species propagata, 114, 149
 species soni, 148, 149
 species toni, 101
 specimen, 128
 spectans e ripa, 484
 spectantes in ripa, 492
 spectateur, 813
 speculatio mirifica, 659
 speculum planum, 715
 sphaera activitatis, 100
 spiritus vini, 106
 sponte naturae, 135
 stagnum, 150
 stannum, 273
 stapes, 141–143, 152–155, 157
 statica, 193
 statio, 149
 status, 119, 136, 277, 278, 750
 status chordae, 43, 46, 48, 49, 52, 67, 68, 85, 86,
 268
 status compressionis, 314
 status corporis praecedens, 21
 status machinae, 628
 status machinae praecedens, 627
 status machinae praesens, 627
 status mundi, 628

- status mundi praecedens, 627
 status mundi praesens, 627
 status naturalis, 41–43, 64, 85, 86, 124, 185, 227,
 241, 268, 302, 312, 314, 326, 346
 status praecedens, 629
 status praecedens causa sequentis, 628
 status praesens, 26, 120
 status praesens indicium sequentis, 628
 status primus, 542, 707, 712
 status prior, 23, 120, 123, 632, 633, 729
 status prius, 413
 status proveniens, 633
 status quietis, 633
 status rectus, 4
 status secundus, 707
 status sequens, 629
 status sequens effectus praecedentis, 628
 status tensionis, 32, 39
 status tertius, 707, 712
 status uniformitatis, 242
 status violentus, 23, 85
 stipes, 677, 678
 structura corporis, 244
 studium, 224, 225
 stuppa, 116
 stylus, 205
 subdivisio partium, 20
 subscrupulum temporis, 132
 substantia, 153
 subtilitas, 739
 subtilitas aeris, 210
 subtilitas fluidi, 120
 subtilitas materiae, 207
 subtractio, 539
 subtractio logarithmorum, 160
 successio, 115
 successus, 224, 545
 suctio materiae, 23
 sulphur, 129
 summa, 95, 180, 214
 summa celeritatum, 602
 summa celeritatum priorum et posteriorum, 405
 summa corporum, 466, 475, 535, 536, 540, 546,
 575, 580, 583, 584, 588, 593, 652, 751, 752
 summa corporum concurrentium, 600, 641, 651
 summa directionis servata, 763
 summa factorum ex celeritatibus in corpora, 637
 summa factorum ex quadratis celeritatum, 637
 summa motuum reliquorum, 360
 summa potentiae, 464, 628
 summa potentiae ante ictum, 750
 summa potentiae post ictum, 750
 summa potentiarum, 424, 425, 431, 446, 486, 692,
 711, 712, 727
 summa potentiarum applicata ad summam
 corporum, 459
 summa potentiarum applicata magnitudini
 corporum, 496
 summa quadratorum, 711
 summa quadratorum a celeritatibus, 441
 summa quantitatum motus, 724, 743–745
 summa quantitatum motus servata, 750
 summa summae, 257
 summa summarum, 250, 310
 summa tensionum, 182, 288
 summa velocitatum, 302, 749, 750
 summa velocitatum ante ictum, 743
 summa velocitatum corporum concurrentium, 743
 summa velocitatum post ictum, 743
 summa virium, 411, 517, 525, 537, 739
 superficies ambientis, 463
 superficies aquae, 95, 114, 117
 superficies cava, 7
 superficies communis, 190, 195, 196
 superficies concava, 10
 superficies conica, 7, 9
 superficies convexa, 10
 superficies corporis, 206
 superficies corporis excipientis, 667
 superficies cylindrica, 7
 superficies divellenda, 189, 190
 superficies guttae, 207, 208
 superficies minima, 209
 superficies polyhedra, 8
 superficies solidi, 297
 superficies tabulae, 188, 190, 193, 196
 superficies trabis, 195, 196, 238
 suppedaneum, 337, 338
 suppositio, 181
 suppositio admittenda, 532

suppositio navis, 533, 708
 suppositorium, 160
 surdus, 156, 157
 sustentaculum, 79, 137, 183, 270, 334, 337
 sustentaculum horizontale, 222
 sustentaculum trabis, 222, 227, 238
 sympathia, 102
 sympathia unisonorum, 113
 Systema, 370
 sistema, 167, 363, 530, 637, 650
 sistema Hugenii, 623
 sistema inferius, 363
 sistema Mariotti, 623
 sistema mundi alium, 623
 sistema nostrum, 623, 655
 sistema Wallisii, 623
 sistema Wrenni, 623
 systeme de Copernic, 807
 systeme de Tyco, 807

 tabula, 266, 605, 615, 618, 624, 626
 tabula a calculo deducta, 605
 tabula aspera, 210
 tabula avellenda, 178, 179, 193, 194, 197
 tabula divellenda, 189
 tabula divulsa, 211
 tabula exigua, 177
 tabula experimentis collata, 605
 tabula firma, 188, 218
 Tabula Globivolva, 715
 tabula immobilis, 464
 tabula lignea, 103, 137
 tabula marmorea, 245, 246
 Tabula mobilis, 718
 tabula perfecte rigida, 246
 tabula plana, 13–15, 176, 188, 190, 193, 218
 tabula polita, 176, 188, 211, 218, 245, 246
 tabula rigida, 189, 190
 tabula solida, 176
 tabula suspensa, 218, 219
 tabula verticalis, 191
 tabulae compositae, 13–15
 tabulae concursuum, 510
 tabulae motuum, 510
 tabulae politae, 206

tabulae sibi applicatae, 177, 188–190, 193, 210,
 211, 218, 246
 tactus, 105
 talcum, 246
 tangens indefinita, 238
 tarditas, 150
 tectum, 287
 tellus, 652
 temperamentum, 270
 tempora, 157
 tempora restitutionis, 318
 tempus, 143, 150
 tempus aequale, 753
 tempus ante concursum, 749
 tempus compressionis, 310
 tempus constans, 356, 357
 tempus cuius medio factus est ictus, 750
 tempus datum, 755
 tempus datum post ictum, 653
 tempus exiguum, 752
 tempus finitum, 731
 tempus imsumtum, 310
 tempus in cuius medio est ictus, 744
 tempus infinite parvum, 71, 731
 tempus infinitum, 731
 tempus insumtum, 60, 303
 tempus longissimum, 758
 tempus maximum, 357
 tempus minus quovis dato, 731
 tempus post concursum, 749
 tempus priori aequale, 755
 tempus progressionis, 737
 tempus propagationis, 101, 102, 111, 133
 tempus restituendi, 45
 tempus restitutionis, 4, 5, 33, 34, 36, 39, 41–45,
 47, 48, 50, 52, 55–57, 60, 62, 63, 73–78, 81, 82,
 293, 303, 304, 310, 318, 319, 323, 343–346,
 348–352, 354, 356, 357
 tempus vibrandi, 49, 52–55, 65–69
 tempus vibrationis, 46, 47, 49, 51–55, 64, 69, 84,
 97, 102, 126, 136, 277, 328
 tempuscula aequalia, 356, 358
 tempusculum, 71, 72, 75, 111, 133, 352, 752
 tenacitas, 207, 227, 246, 722
 tenacitas aeris, 130

- tenacitas corporis, 203
 tendentia, 300
 tendibile, 336, 338
 tendo, 153, 154
 tenebra, 115
 tensilitas, 273
 tensio, 6, 23, 24, 26, 30, 71, 98, 109–111, 124, 144,
 204, 208, 266, 289, 305, 322, 336, 337, 343, 346
 tensio aeris, 97, 99, 100, 102, 110, 131, 133, 139,
 316
 tensio arcus, 79, 212
 tensio artificialis, 26
 tensio chordae, 25, 30–39, 41–57, 60–71, 74, 78,
 79, 82, 84–86, 109, 113, 139, 183–186, 212, 213,
 243, 265–267, 271, 272, 297, 322, 326–328, 332,
 334–336, 340
 tensio communis, 310
 tensio cordae, 32, 38
 tensio corporis, 11, 25, 26, 76, 99, 271
 tensio corporis elastici, 124
 tensio corporis solidi, 243
 tensio corporis sonori, 129
 tensio decrescens, 354
 tensio deponenda, 349
 tensio deposita, 346, 348, 354
 tensio desinens, 354
 tensio dupla, 82
 tensio duplex, 359
 tensio elastri, 343, 346, 348, 351, 352, 357, 600,
 728
 tensio evanescens, 352
 tensio fibrae, 228
 tensio fluidi, 337–339
 tensio funis, 182, 288, 326
 tensio impressioni proportionalis, 356
 tensio laminae, 297
 tensio maxima, 182, 348, 352, 356
 tensio multipla, 336
 tensio naturalis, 26, 42, 44, 131
 tensio nova, 67, 76
 tensio nulla, 352
 tensio prior, 76
 tensio quadrupla, 328
 tensio residua, 74, 78, 82, 348, 349, 352–354, 358
 tensio rumpens, 267
 tensio secunda, 76
 tensio simultanea, 228
 tensio solicitans, 356
 tensio solicitationi homogenea, 349
 tensio solicitationi proportionalis, 351, 354, 356
 tensio summa, 346
 tensio superstes, 354
 tensio tota, 348, 358
 tensio trabis, 195
 tensio triplex, 359
 tensio ulterior, 76
 tensio ultima, 350
 tensio velocitati proportionalis, 354
 tensum, 99, 105, 106, 119, 121
 tentamen, 30, 36, 43, 50, 54, 55, 60, 64, 311
 tenue, 671
 tenuitas, 34
 tenuitas chordae, 39, 85, 86
 terminus, 255
 terminus expetitus, 345
 terminus infinitus, 357
 terminus motus, 344, 345
 terminus restitutionis, 352
 terra, 117, 149, 235, 637, 650, 692
 terre glaise, 521, 522
 terre molle, 522
 tertia major, 160–164, 167
 tertia minor, 160–165, 167
 tertia minor reformata, 167
 théorème, 291, 292
 theorema, 23, 63, 428, 546, 571, 633, 639
 theorema admirabile, 304
 theorema cognitum, 202
 theorema de centro gravitatis, 419
 theorema elegans, 413, 455, 560
 theorema fundamentale, 213
 theorema generale, 575
 theorema generalissimum, 193, 358
 theorema Geometricum satis singulare, 713
 theorema maximi momenti, 26
 theorema memorable, 572
 theorema memoria tenendum, 427
 theorema mirum, 426
 theorema non contemnendum, 703
 theorema notabile, 597

- | | |
|---|---|
| <p>theorema perelegans, 238
 theorema praeclarum, 428, 539, 753
 theorema progressus, 588
 theorema pulcherrimum, 257
 theorema pulchrum, 77, 403, 653
 theorema universale, 194
 theoria, 274
 tibia, 160
 tignum aequiresistens, 235
 tignum triangulare, 235
 tinnitus, 122, 129
 tonitrus, 102
 tonus, 34, 67, 94, 96, 100, 113, 114, 120, 121, 129,
 131, 136, 161, 162, 165, 166
 tonus acutus, 67
 tonus chordae, 97, 265, 266
 tonus corporis sonori, 96
 tonus dimidius, 161
 tonus duplo acutior, 327
 tonus major, 161–167
 tonus medius, 164–167
 tonus medius dimidius, 166
 tonus minor, 161–167
 tonus minor dimidius, 167
 tonus quasi medius, 166
 tonus reformatus, 164
 tormentum, 102
 trabs, 238, 288, 289
 trabs abrumpenda, 177, 225
 trabs aequiresistens, 179, 187, 201, 203, 232, 233,
 235
 trabs alligata, 227
 trabs avellenda, 197
 trabs depressa, 229
 trabs directe avellenda, 196
 trabs discedens, 227
 trabs evellenda, 229, 238
 trabs figurata, 195, 235
 trabs flexa, 196
 trabs horizontalis, 222
 trabs infixa, 176, 222
 trabs laborans, 201
 trabs obliquata, 196
 trabs onere gravata, 251
 trabs parabolica, 235</p> | <p>trabs parallelepipedata, 231
 trabs perfecte rigida, 225
 trabs pondere carens, 231
 trabs primstacta plena, 235
 trabs prismatica, 179, 233, 235
 trabs prismatica plena, 235
 trabs projecta, 196, 201
 trabs rigidissima, 195
 trabs rumpenda, 238
 trabs suo pondere fracta, 231
 trabs ubique aequiresistens, 216, 250, 251, 254,
 257
 tractatus, 106
 tractio, 15
 transformatio corporis, 13
 transitus, 34
 transitus a motu ad quietem, 763
 transitus aetheris, 343
 transitus infinite velox, 343
 translatio, 476
 translatio motus, 20
 translatio omnis motus, 788
 translatio totius vis, 519
 translatio virium, 712
 transpositio, 539
 trapezium, 199, 201
 trascendens, 324
 tremens, 95, 114, 117
 tremor, 102, 115, 117, 119, 121, 142, 143, 148,
 149, 157, 158, 204, 226
 tremor aeris, 124, 127
 tremor chordae, 103, 116
 tremor corporis percussi, 115
 tremor corporis sonori, 103, 115
 tremor corporis tensi, 114
 tremor ligni, 104
 tremor portionis aeris, 98
 trepidatio, 105, 106
 trepidatio isochrona, 95
 trepidatio repetita, 106
 triangulum, 51, 56, 197, 199, 223, 233, 307, 309,
 360, 627, 755
 triangulum aequilaterum, 70
 triangulum rectangulum, 187
 triangulum simile, 9</p> |
|---|---|

triangulum triplex, 201
 trilinea parabolica, 259
 trilineum, 360
 trilineum hyperbolicum, 282, 309
 trilineum orthogonium, 257
 trilineum parabolicum, 186, 203, 229, 230, 233,
 234, 318
 trilineum planum, 257
 tritonus, 165, 166
 tritonus major, 165
 tritonus minor, 165
 trochlea, 153
 tropf, 205
 trucktafel, 715
 tuba, 135, 140, 143, 158
 tuba acustica, 7
 tuba parabolica, 239, 257
 tuba stentorea, 7, 137, 144
 tubulus, 80, 151
 tubulus aere exhaustus, 119
 tubum, 25
 tubus, 157, 219, 241, 243–248, 277, 278, 338–340,
 647
 tubus circumactus, 646
 tubus conjunctus, 247
 tubus cylindricum, 277
 tubus inclinatus suspensus, 646
 tubus inclinatus, 646
 tubus liquore plenus, 646
 tubus non ponderans in liquido, 646
 tubus tornatus, 337
 tubus Torricellianus, 337
 tunica choroeides, 145
 turbatio, 5, 24, 81
 turbatio calculi, 345
 tympanum, 6, 140, 142, 144, 151–157

umbilicus, 755
 uncus, 207, 274
 unda, 149
 ungula, 117, 238, 239
 uniformitas, 242
 unisonus, 110, 134, 160, 167
 unitas, 86, 282, 350, 579
 universum, 26, 587

unum continuum, 25
 usus, 156, 157
 usus elastri, 121
 usus elegans signorum, 500
 usus lemmatis, 563
 usus mechanicus, 204
 usus periculosus signorum, 495

vacillatio librae perpetua, 648
 vacuum, 15, 242, 278, 314
 vacuum Gerickianum, 110
 vacuum Magdeburgicum, 243
 vaisseau, 797, 803
 valor, 49, 73, 86, 203, 253, 268, 280, 284, 301, 350,
 351, 562, 584, 742
 valor aequationis, 596
 valor inventus, 602
 valor quaeitus, 644
 variatio, 325, 658
 variatio centri gravitatis, 648
 varietas magnitudinis, 104
 varietas soni, 113
 varietas tensionis, 104
 vas, 94, 152, 155, 211, 277, 337, 338, 340
 vas aere plenum, 277, 307, 311
 vas aqua plenum, 117, 189, 218
 vas exhaustum, 122
 vas fictile, 115
 vas fluido tendibili plenum, 337
 vas obturatum, 189, 218
 vas plenum materia cedente, 13
 vas prismiforme, 316
 vas suspensum, 13
 vectis, 177–179, 183, 190, 191, 195, 223, 229, 231,
 238, 270, 273, 289
 vectis contrarius, 191–193
 vectis obliquus, 196, 197
 vectis ponderosus, 192
 vehementia soni, 136
 vehiculum, 94
 vehiculum centri gravitatis, 739
 velaire, 824
 velocitas, 149, 279, 565, 703
 velocitas a solicitationibus composita, 344
 velocitas accedendi ad terminum, 344–346, 349

- velocitas accessionis, 352
 velocitas acquisita, 282, 285, 302, 345, 346, 348
 velocitas acquisita ab impetu impresso, 754
 velocitas ante concursum, 749
 velocitas ante ictum, 743, 744, 750, 751
 velocitas ascensus, 606–612, 619, 620, 625
 velocitas assecutionis, 737
 velocitas centri gravitatis, 743, 744, 750, 763
 velocitas centri gravitatis dupla, 750
 velocitas communis, 745, 750, 751
 velocitas communis corporum concurrentium, 745
 velocitas compressionis, 311
 velocitas continuationis, 606, 608, 610–612, 618,
 620, 625
 velocitas contractionis, 321
 velocitas corpori propria, 750–752
 velocitas corpori reciproce proportionalis, 750
 velocitas corporis comprimentis, 314
 velocitas corporis excipientis, 563
 velocitas corporis impingentis, 312, 752
 velocitas corporis incurrentis, 563, 568
 velocitas corporis insequentis, 564, 567
 velocitas corporis praecedentis, 567
 velocitas corporis singuli, 745
 velocitas corporum concurrentium, 738
 velocitas deponendo quaesita, 348
 velocitas depositione acquirenda, 348
 velocitas depositione acquisita, 348
 velocitas descendendi, 670
 velocitas descensus, 606–612, 618–620, 625
 velocitas diminuta, 751
 velocitas ictu aucta, 750
 velocitas ictu minuta, 750
 velocitas impressa, 756, 757
 velocitas inaequalis, 671
 velocitas incursus, 565
 velocitas integra, 323, 346
 velocitas major, 737
 velocitas maxima, 279, 281, 346, 355
 velocitas nova, 352
 velocitas nulla, 346
 velocitas post concursum, 749
 velocitas post ictum, 743, 744, 750, 751
 velocitas prior, 753
 velocitas progressus, 565
- velocitas propria, 745
 velocitas propria corporum concurrentium, 744,
 745
 velocitas puncti, 346
 velocitas puncti realis, 346
 velocitas quaesita, 303, 304, 754
 velocitas reciproca magnitudini, 669
 velocitas reciprocationis, 115
 velocitas reflexionis, 607, 609, 611
 velocitas relata ad tensionem, 348
 velocitas respectiva, 720
 velocitas restituendo acquisita, 352
 velocitas restituendo assequenda, 346
 velocitas restitutionis, 321–323, 352
 velocitas retenta, 756
 velocitas soni, 6, 132
 velocitas summa, 345
 velocitas tanquam linea, 745
 velocitas tota corporum concurrentium, 745
 velocitas totalis, 750
 velocitas totalis corporum concurrentium, 744
 velocitas uniformis, 6, 132, 352
 velocitas uniformiter crescens, 354
 velocitates aequales, 567, 710
 velocitates conspirantes, 750
 velocitates conspirantes ante ictum, 744
 velocitates contrariae, 750
 velocitates contrariae ante ictum, 744
 velocitates inaequales, 711
 velocitates ponderibus reciproce proportionales,
 671, 672
 vena, 151, 155
 vent, 295
 ventus, 95, 106, 114, 235, 292, 650, 675, 677, 678
 ventus cum aqua concurrens, 653
 ventus materiae, 291, 292
 veritas positiva, 45
 veritas rei, 533
 vertex, 216, 545
 vertex curvae, 253
 verticillus, 266
 vesica, 380–383, 452
 Vester, 286
 vestibulum, 151, 154–158
 vestigium, 733

- vestigium magnitudinis, 8
 veteres, 161, 205, 221
 via centri, 459, 493, 494, 768
 via centri gravitatis, 390, 424, 435, 455, 485, 486,
 496, 499, 503, 504, 509–511, 514, 537, 547, 549,
 553–557, 580, 640, 651, 677, 699, 704, 709, 711,
 717, 720, 721, 724, 726, 727, 738, 749, 761, 764
 via centri gravitatis ante concursum, 639
 via centri gravitatis ante ictum, 757
 via centri gravitatis corporum durorum, 510
 via centri gravitatis corporum mollium, 510
 via centri gravitatis e ripa spectata, 514
 via centri gravitatis eadem, 652, 653
 via centri gravitatis eadem manens, 648
 via centri gravitatis in occursu, 639
 via centri gravitatis in summam corporum ducta,
 652
 via centri gravitatis manens, 647
 via centri gravitatis mutans, 647
 via centri gravitatis post concursum, 644
 via centri gravitatis post ictum, 757
 via centri gravitatis servanda, 645
 via centri potentiae, 431, 434, 436, 455, 495
 via centri potentiae e ripa spectata, 514
 via concursus, 629
 via corporis, 455
 via corporis minoris repulsi, 639
 via de motu perpetuo efficiendo, 653
 via navis, 493, 495, 510, 514
 via uniformis, 749
 vibratio, 140–144, 277, 842
 vibratio accepta, 127
 vibratio adaequata, 131
 vibratio aquabilis, 128
 vibratio aequalis, 357
 vibratio aequidiuturna, 84, 96, 99, 110, 111, 121,
 128
 vibratio aeris, 5, 99, 103, 108–111, 125, 127, 128,
 133, 134, 142, 143, 157, 277
 vibratio aeris inclusi, 140
 vibratio aucta, 134
 vibratio celerrima, 123
 vibratio chordae, 46–49, 51–53, 55, 63–70, 76, 81,
 84, 96, 97, 99, 100, 103, 113, 115, 119, 123,
 128, 130, 131, 134, 135
 vibratio coercita, 131
 vibratio communis, 131
 vibratio congruens, 137
 vibratio consentiens, 100, 104, 128, 136
 vibratio corporis, 101, 104, 127
 vibratio corporis percussi, 116
 vibratio corporis sonantis, 128
 vibratio corporis sonori, 110, 129
 vibratio destructa, 100, 104, 130
 vibratio duplo celerior, 328
 vibratio elastri, 76
 vibratio horologii, 137
 vibratio impedita, 103
 vibratio imperceptibilis, 126
 vibratio insensibilis, 119, 126, 130
 vibratio irrefracta, 131
 vibratio isochrona, 49, 64, 96, 102, 103, 111, 131,
 132, 134, 140
 vibratio justa, 131
 vibratio laminae, 135, 136, 732
 vibratio ligni, 103
 vibratio nova, 99, 134
 vibratio organi auditus, 140
 vibratio originaria, 100
 vibratio ossiculorum auris, 140
 vibratio partis, 101
 vibratio partis aeris, 97, 100, 102, 110, 130–132
 vibratio penduli, 841
 vibratio portionis aeris, 100, 110, 130
 vibratio postrema, 126
 vibratio praedominans, 100
 vibratio praevalens, 128
 vibratio rei sonantis, 140
 vibratio sensibilis, 108, 134
 vibratio superveniens, 119
 vibratio synchrona, 109
 vibratio totius, 101, 129
 vibratio tubae, 135
 vibratio tympani, 157
 vibratio vitri, 136
 vibrationes aequidiuturnae, 842
 vicinia partium, 211, 246
 vicinitas, 248
 vinculum, 190, 338
 violentia, 350

violentia maxima, 345
 violentum, 21
 vir, 94, 95, 101, 117, 135, 141, 209
 vir clarus, 13
 vir doctus, 13
 vires a se invicem subtrahendae, 652
 vires aequales quoad conflictum, 672
 vires inaequales corporum concurrentium, 741
 virtus ab incurrente ablata, 635
 virtus elastica, 631
 virtus elastri aucta, 358
 virtus potentiae aucta, 358
 virtus tributa excipienti, 635
 vis, 148, 149, 277, 370, 380–389, 391, 409, 411,
 412, 424, 450, 462, 474, 481, 491, 494, 501, 517,
 518, 524–526, 663, 683, 686, 687, 689, 690, 719,
 722, 723, 725, 729–733
 vis a frictione minuita, 650
 vis a gravitate impressa, 683, 689
 vis a percussione perita, 650
 vis a projiciente impressa, 690
 vis ab excipiente suscepta, 560, 561
 vis ab ictu, 637
 vis ablata, 568
 vis ablata ab incurrente, 635
 vis absoluta, 637, 726
 vis absoluta corporum concurrentium, 741
 vis absorpta a partibus mollibus, 745
 vis accepta, 300, 451, 452, 568
 vis accepta aliunde, 20
 vis accipienda, 673
 vis acquisita, 554
 vis actrix, 383
 vis ad avellendum necessaria, 219
 vis ad rumpendum necessaria, 182, 265, 266
 vis ad tendendum necessaria, 85
 vis adhibita, 188
 vis aequaliter distributa, 25, 235
 vis aequaliter partita, 582
 vis aeris, 242, 309
 vis aeris compressi, 307, 315
 vis aeris elastica, 210, 311, 313–315
 vis aeris incumbentis, 314
 vis aeris se restituentis, 315
 vis aestimanda, 318, 583, 654

vis aestimanda a celeritate, 623
 vis aestimanda ab altitudine, 623
 vis aestimata, 650
 vis aetheri decessa, 342
 vis aetheris, 342
 vis aetheris amissa, 342
 vis agendi, 191
 vis agens, 80
 vis alia a quantitate motus, 605
 vis amborum corporum concurrentium, 474
 vis amissa, 313, 315, 317, 531, 585, 745
 vis amoventis, 210
 vis ante concursum, 556, 557, 587
 vis ante ictum, 757
 vis applicata, 297
 vis aquae, 235
 vis arcus, 301, 318
 vis ascendendi, 654
 vis assurgendi, 683
 vis aucta, 587, 612, 647
 vis avellendi, 190
 vis avellens, 191
 vis avulsura, 190
 vis causae agendi, 342
 vis celeritate respectiva quaesita, 412
 vis centripeta incomparabiliter parva, 757
 vis centripeta quovis momento temporis impressa,
 757
 vis chordae tensae, 332
 vis ciens, 20
 vis cohaesionis, 205, 207, 267
 vis communicata, 100, 314–316, 535, 538, 549,
 552, 581
 vis communis, 589, 590
 vis competens navi, 518
 vis compressionis, 277, 285, 313, 518, 519, 722
 vis comprimendi, 315
 vis comprimens, 23, 26, 206, 308, 313
 vis concursus, 384, 558, 650
 vis concursus ab appropinquatio, 384
 vis conflictu destructa, 626
 vis connectens, 188
 vis connexionis, 475
 vis conservata, 589, 626
 vis consumta, 311

- vis continuationis, 594
 vis corpora discurrere faciens, 648
 vis corpori excipienti accepta, 569
 vis corpori insolido impressa, 758
 vis corporis, 13, 370, 554, 557
 vis corporis comprimentis, 309, 313, 314, 316
 vis corporis excipientis, 552, 568, 569, 571, 593
 vis corporis impingentis, 592
 vis corporis incurrentis, 538, 544, 552, 560, 566,
 568, 581, 600, 601
 vis corporis minoris, 638
 vis corporis moti, 636, 637
 vis corporis propria, 20, 623
 vis corporis quiescentis resistentis, 673
 vis corporis sese propellendi, 654
 vis corporis singuli, 745
 vis corporum a se invicem recedendi, 637
 vis corporum agendi in se invicem, 654
 vis corporum concurrentium, 540, 544, 583, 649,
 651, 745
 vis corporum concurrentium servata, 654
 vis corporum concurrentium tota, 652
 vis corporum in navi, 650
 vis corporum occurrentium, 589, 590
 vis deductionis, 26
 vis demonstrationis, 542
 vis descendendi, 382
 vis destructa, 476, 531, 568, 570–572, 574, 598,
 603, 614, 626
 vis destruens, 570
 vis determinata, 20
 vis diducens, 26, 205, 206, 211
 vis dilatationis, 277
 vis directe divellens, 190
 vis discedendi, 654
 vis distrahens, 136
 vis divellendi, 189, 218
 vis divellens, 189, 191, 207
 vis duplicata, 570
 vis eadem manens, 637, 655, 658
 vis efficax, 449
 vis elastica, 99, 206, 208, 242, 277, 305, 311, 343,
 362, 370, 453, 531, 582, 732
 vis elasti, 26, 362, 728
 vis elaterii, 653
 vis elaterii aeris, 380
 vis elisa, 577
 vis excipienti transcribenda, 572
 vis excipienti transferta, 574
 vis exerta percussione, 622
 vis exhausta, 313, 314, 317
 vis extendens, 77
 vis externa, 311
 vis extrahens, 242
 vis ferens, 384
 vis flexionis, 451, 452, 475
 vis frangendi, 273
 vis frangens, 257
 vis frictione perdita, 653
 vis generalis, 623
 vis globi, 14
 vis globi impingentis, 271, 272
 vis gravi accessa, 342
 vis gravitatis, 316, 378
 vis gyrationis, 679
 vis ictu accepta, 653
 vis ictus, 96, 383–385, 409, 466, 470–475, 477–479,
 518, 722, 723, 725, 736, 744, 745, 751
 vis ictus perdita, 751
 vis immunita, 655
 vis impactus, 693
 vis impellens, 81
 vis impendens, 287, 288
 vis impensa sagittae, 301
 vis imperfecta, 669
 vis impressa, 25, 593, 757
 vis impulsus, 319, 537, 549, 550, 552, 560
 vis in corpore, 21, 623
 vis in corpore recepta, 451
 vis in duplicita ratione celeritatis, 623
 vis in elastrum translata, 626
 vis in excipiens transferenda, 598
 vis in excipiens translata, 626
 vis in mundo, 628
 vis in perpendiculari aestimanda, 655
 vis incurrentis destructa, 601, 603
 vis incurrentis perdita, 600
 vis incurrentis residua, 600
 vis incurrentis translata, 601
 vis incursus, 545, 551, 552, 560, 561

- | | |
|---|--|
| <p>vis incurvans, 297
 vis indefinita, 338
 vis infinita, 21, 731
 vis insita, 762
 vis insita seu viva, 757
 vis integra, 314, 343
 vis intra corpum, 20
 vis levitatis, 378
 vis librae, 648
 vis lucrata, 647, 648
 vis machinae, 648, 655
 vis magna, 124, 126, 136
 vis manens, 629
 vis manens eadem, 653
 vis mortua, 338, 362, 669, 731
 vis motrix, 693
 vis motus, 530, 533
 vis movens, 648
 vis mutuo se destruens, 569
 vis necessaria extractioni, 242
 vis neglecta, 607
 vis nova, 300
 vis nulla, 343
 vis obtenta, 646
 vis occurrus minor quavis data, 590
 vis orta e concursu, 384
 vis pellens, 307
 vis percussionei tribuenda, 582
 vis percussionis, 383, 384, 558, 559, 581, 583, 585,
 589–593, 600, 603, 614, 626, 635, 651, 652
 vis percussionis ademta, 600
 vis percussionis aequaliter distributa, 583
 vis percussionis dimidia, 583, 601, 603
 vis percussionis divisa, 601
 vis percussionis recepta, 603
 vis percussionis seu elastica, 582
 vis percutiendi, 652
 vis percutiendi tellurem, 652
 vis perdita, 532, 537, 591, 606, 607, 612, 620, 623,
 625, 647
 vis perfecta, 669
 vis perfecte reddita, 653
 vis pergendi corporum concurrentium, 652
 vis periens, 570
 vis perita, 613</p> | <p>vis ponderis, 14, 79, 193, 196, 197, 334, 335
 vis post concursum, 556, 557
 vis post reformationem, 588
 vis pro progressu, 582
 vis procedendi, 387
 vis progrediendi, 626, 731
 vis progressionis, 569, 570, 679
 vis progressus, 537, 550, 551, 560, 572, 626
 vis progressus communis, 574
 vis propellens, 451
 vis pulsandi, 100
 vis quadrupla, 358, 359
 vis quaesita, 304
 vis quantitas effectus, 636
 vis recepta a mobile, 342
 vis reddita, 319
 vis redeundi, 731
 vis relicta, 568, 571
 vis reliqua, 571, 626, 751
 vis repercutiendi, 531
 vis repulsae, 544, 549–551, 554, 556, 560, 569–571,
 574, 594, 626
 vis residua, 242, 452, 466, 518, 519, 538, 547, 581,
 583, 590, 593, 600, 650, 757
 vis residua post percussionem, 583
 vis resiliendi, 384
 vis resilitionis, 384, 502
 vis resistens, 313
 vis respectiva, 637
 vis respectiva corporum concurrentium, 741
 vis restitiva, 363
 vis restituendi, 23
 vis restituens, 24, 33, 63, 79, 81
 vis restituentis, 80
 vis restitutionem quaerens, 300
 vis restitutionis, 31, 48, 206
 vis restitutrix, 209
 vis retenta, 552, 648, 652
 vis rumpendi, 182, 197, 201
 vis rumpens, 182, 186, 266, 267
 vis ruptionis, 270, 272
 vis salva, 659
 vis se aperiendi, 382
 vis se destruens, 570
 vis servanda, 562</p> |
|---|--|

- vis servata, 544, 556, 557, 562, 631, 636, 653
 vis servata eadem, 623
 vis simpla, 570
 vis summa, 343
 vis summae corporum, 651
 vis superstes, 568
 vis suscepta, 552, 568
 vis tanquam solidum, 745
 vis tendens, 5, 24, 26, 32–34, 36, 38, 63, 67, 79,
 82, 85, 86, 182, 184, 204, 208, 212, 228, 235,
 241, 242, 248, 259, 265–267, 287–289, 297, 300,
 317, 326, 327, 336, 338
 vis tendentis, 80
 vis tensionis, 25, 26, 274, 317, 338
 vis tonica, 337, 340
 vis tota, 288, 387, 409, 590, 591, 612, 745, 751
 vis tota corporis, 470
 vis totalis, 722
 vis totius, 518
 vis transferta in excipiens, 571
 vis translata, 313, 315, 568
 vis translata in excipiens, 570
 vis tributa, 20, 531
 vis turbans, 24
 vis turbata, 4
 vis unionis, 450, 452
 vis ut altitudo, 636
 vis ut quadratum celeritatis, 637
 vis vectis, 192
 vis venti, 235
 vis vibrandi, 136
 vis vibrationis, 136, 141
 vis viva, 285, 669, 731, 757
 viscositas, 116
 vitesse, 791
 vitesse apparente, 792
 vitesse d'appropinquation, 798
 vitesse reelle, 792, 794, 795, 797, 798
 vitesse reflechie, 798
 vitesse respective, 522, 792, 794, 795, 797
 vitesses reciproques, 807
 visus, 103, 127, 145, 204, 246
 vitesse, 291, 294
 vitesses reciproques aux grandeurs, 794
 vitrum, 14, 98, 115, 129, 136, 137, 188
 vitrum flexile, 204, 226
 vitrum fractum, 137
 vitrum frigore contractum, 204, 226
 vitrum sono ruptum, 204
 vitrum tremens, 117
 vocabulum mutatum, 358
 volumen, 115, 285
 volumen corporis, 204, 206
 volumen solidum, 206
 voluntas, 632
 volutio coni, 8
 volutio cylindri, 8
 vox, 117, 158
 vulgus, 756

ORTE

Dieses Verzeichnis listet alle genannten Ortsnamen in ihrer deutschen Version auf. Es wird nach Seiten zitiert.

- Alpen, 117
Augsburg, 331
Braunschweig, 286
Clausthal, 171, 668
Deutschland (Germania, Duitsland), 94, 306, 668
Frankreich (Gallia, Francia), 94, 373
Hamburg, 159
Hannover, 17, 169, 260, 299, 681, 685, 800
Harz, 170, 171, 264, 270, 274, 306, 668
Helmstedt (Helmaestadium), 132, 800
Italien, 306, 320, 326, 331
Karpaten (Mons Carpathius), 110
Mainz, 17
Modena, 326, 331
Niederlande, 373
Osterode, 171, 173, 264, 270
Paris, 12, 141, 148, 461, 520
Prag, 800
Regensburg, 331
Rom, 306, 320
Taormina, 783
Thierhaupten, 331
Venedig, 331
Wien, 331, 800
Wolfenbüttel, 286
Zellerfeld, 171

FUNDSTELLEN

Im Folgenden sind die im Band edierten Druck- und Handschriften verzeichnet.

DRUCKSCHRIFTEN

<i>Acta Eruditorum</i> , Juli 1684, S. 319–325.	N. 14 ₆
<i>Acta Eruditorum</i> , Juni 1701, S. 252–256.	N. 77 ₂
<i>Indices generales auctorum et rerum primi Actorum eruditorum quae Lipsiae publicantur decennii</i> , Leipzig 1693, Bd. I, S. *Qq2 r°.	N. 14 ₁₀

HANDSCHRIFTEN

HANNOVER, *Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek – Niedersächsische Landesbibliothek*

LH XXXV	9, 14	Bl. 1–2	N. 14 ₈
LH XXXV	9, 14	Bl. 3	N. 14 ₆
LH XXXV	9, 14	Bl. 3	N. 14 ₉
LH XXXV	9, 15	Bl. 1	N. 7
LH XXXV	9, 15	Bl. 22	N. 7
LH XXXV	9, 15	Bl. 2–5	N. 9
LH XXXV	9, 15	Bl. 6–7	N. 8 ₁
LH XXXV	9, 15	Bl. 8–9	N. 8 ₂
LH XXXV	9, 15	Bl. 10–11	N. 8 ₃
LH XXXV	9, 15	Bl. 12–13	N. 8 ₄
LH XXXV	9, 15	Bl. 14–15	N. 8 ₅
LH XXXV	9, 15	Bl. 16–17	N. 8 ₆
LH XXXV	9, 15	Bl. 18–19	N. 17
LH XXXV	9, 15	Bl. 20	N. 18
LH XXXV	9, 15	Bl. 20	N. 19
LH XXXV	9, 15	Bl. 21	N. 10
LH XXXV	9, 16	Bl. 1, 20	N. 14 ₂
LH XXXV	9, 16	Bl. 1, 20	N. 14 ₃
LH XXXV	9, 16	Bl. 2–3	N. 14 ₆
LH XXXV	9, 16	Bl. 2–3	N. 14 ₇
LH XXXV	9, 16	Bl. 4	N. 23
LH XXXV	9, 16	Bl. 6	N. 61
LH XXXV	9, 16	Bl. 8	N. 20
LH XXXV	9, 16	Bl. 15	N. 3
LH XXXV	9, 16	Bl. 16	N. 65 ₁
LH XXXV	9, 16	Bl. 17	N. 65 ₂
LH XXXV	9, 16	Bl. 19	N. 22
LH XXXV	9, 21	Bl. 1–2	N. 67
LH XXXV	9, 21	Bl. 5–6	N. 60
LH XXXV	9, 21	Bl. 7	N. 62
LH XXXV	9, 22	Bl. 1–2	N. 63

LH XXXV	9, 23	Bl. 1–2	N. 58 ₁
LH XXXV	9, 23	Bl. 3, 6	N. 58 ₂
LH XXXV	9, 23	Bl. 4–5	N. 58 ₃
LH XXXV	9, 23	Bl. 7–8	N. 58 ₄
LH XXXV	9, 23	Bl. 9–10	N. 58 ₅
LH XXXV	9, 23	Bl. 11–12	N. 58 ₆
LH XXXV	9, 23	Bl. 13–14	N. 58 ₇
LH XXXV	9, 23	Bl. 15–20	N. 58 ₈
LH XXXV	9, 23	Bl. 21–22	N. 58 ₉
LH XXXV	10, 6	Bl. 37	N. 33
LH XXXV	10, 7	Bl. 9–10	N. 69
LH XXXV	10, 7	Bl. 45	N. 34
LH XXXV	10, 8	Bl. 10–11	N. 27 ₂
LH XXXV	10, 8	Bl. 15	N. 27 ₁
LH XXXV	10, 8	Bl. 17	N. 72
LH XXXV	10, 8	Bl. 18	N. 35
LH XXXV	10, 8	Bl. 19	N. 25
LH XXXV	10, 16	Bl. 7	N. 36
LH XXXV	10, 17	Bl. 5–6	N. 31 ₂
LH XXXV	10, 17	Bl. 7–8	N. 31 ₂
LH XXXV	11, 14	Bl. 33	N. 75
LH XXXV	12, 2	Bl. 18	N. 59
LH XXXV	12, 2	Bl. 86	N. 78
LH XXXV	13, 3	Bl. 203	N. 2
LH XXXV	14, 2	Bl. 2, 52	N. 73
LH XXXV	14, 2	Bl. 7	N. 70
LH XXXV	14, 2	Bl. 13	N. 74
LH XXXV	14, 2	Bl. 39	N. 14 ₄
LH XXXV	14, 2	Bl. 39	N. 15
LH XXXV	14, 2	Bl. 46	N. 30
LH XXXV	14, 2	Bl. 47	N. 29
LH XXXV	14, 2	Bl. 47	N. 30
LH XXXV	14, 2	Bl. 48	N. 31 ₁
LH XXXV	14, 2	Bl. 161–162	N. 28 ₁
LH XXXV	14, 2	Bl. 161–162	N. 28 ₂
LH XXXVII	1	Bl. 1–2	N. 12 ₃
LH XXXVII	1	Bl. 3–8	N. 12 ₃
LH XXXVII	1	Bl. 14	N. 12 ₄
LH XXXVII	1	Bl. 16	N. 1
LH XXXVII	1	Bl. 18–19	N. 12 ₁
LH XXXVII	1	Bl. 20–21	N. 12 ₂
LH XXXVII	1	Bl. 22–23	N. 21
LH XXXVII	1	Bl. 24	N. 12 ₅
LH XXXVII	1	Bl. 25	N. 12 ₃
LH XXXVII	1	Bl. 26	N. 11

LH XXXVII	1	Bl. 27	N. 13
LH XXXVII	3	Bl. 69–70	N. 14 ₂
LH XXXVII	3	Bl. 71–72	N. 14 ₆
LH XXXVII	3	Bl. 73–74	N. 14 ₁
LH XXXVII	3	Bl. 118	N. 14 ₅
LH XXXVII	4	Bl. 59–60	N. 58 ₈
LH XXXVII	4	Bl. 78	N. 16
LH XXXVII	4	Bl. 80	N. 5
LH XXXVII	5	Bl. 1	N. 4
LH XXXVII	5	Bl. 16	N. 55
LH XXXVII	5	Bl. 17	N. 71
LH XXXVII	5	Bl. 19	N. 56
LH XXXVII	5	Bl. 20	N. 38
LH XXXVII	5	Bl. 24	N. 37
LH XXXVII	5	Bl. 45–46	N. 32 ₂
LH XXXVII	5	Bl. 60–61	N. 76
LH XXXVII	5	Bl. 86–87	N. 58 ₁₀
LH XXXVII	5	Bl. 88–89	N. 58 ₁₁
LH XXXVII	5	Bl. 90	N. 58 ₁₂
LH XXXVII	5	Bl. 91	N. 58 ₁₂
LH XXXVII	5	Bl. 91	N. 58 ₈
LH XXXVII	5	Bl. 94–95	N. 65 ₃
LH XXXVII	5	Bl. 96–99	N. 66
LH XXXVII	5	Bl. 104–105	N. 68
LH XXXVII	5	Bl. 118	N. 24
LH XXXVII	5	Bl. 123	N. 6
LH XXXVII	5	Bl. 140–141	N. 54
LH XXXVII	5	Bl. 143	N. 42 ₂
LH XXXVII	5	Bl. 144–145	N. 40
LH XXXVII	5	Bl. 144–145	N. 42 ₁
LH XXXVII	5	Bl. 144–145	N. 42 ₃
LH XXXVII	5	Bl. 144–145	N. 43 ₂
LH XXXVII	5	Bl. 146–147	N. 44
LH XXXVII	5	Bl. 148–149	N. 53
LH XXXVII	5	Bl. 148–149	N. 54
LH XXXVII	5	Bl. 150–151	N. 46
LH XXXVII	5	Bl. 152	N. 45
LH XXXVII	5	Bl. 152	N. 47
LH XXXVII	5	Bl. 153–154	N. 52
LH XXXVII	5	Bl. 155–156	N. 51
LH XXXVII	5	Bl. 157–158	N. 49
LH XXXVII	5	Bl. 159–160	N. 50
LH XXXVII	5	Bl. 161	N. 39
LH XXXVII	5	Bl. 162	N. 39
LH XXXVII	5	Bl. 162	N. 41

LH XXXVII	5	Bl. 162	N. 43 ₁
LH XXXVII	5	Bl. 180	N. 32 ₁
LH XXXVII	5	Bl. 191–192	N. 48
LH XXXVII	5	Bl. 193	N. 57
LH XXXVIII		Bl. 57	N. 26
LH XXXVIII		Bl. 135	N. 79
LH XXXVIII		Bl. 212–215	N. 77 ₁
LH XLII	5	Bl. 43	N. 64

ERWÄHNTE LEIBNIZ-HANDSCHRIFTEN

Im Folgenden sind die im Band erwähnten, nicht edierten Leibniz-Handschriften und Marginalienexample verzeichnet. Das nach Fundort und Signatur geordnete Register verweist auf die Stücke, in denen die jeweilige Handschrift erwähnt ist.

BASEL, <i>Universitätsbibliothek</i>	L I a 19	Bl. 205–206	N. 48
	L I a 19	Bl. 211–214	N. 76
	L I a 19	Bl. 221–222	N. 77
	L I a 19	Bl. 223–224	N. 77
HANNOVER, <i>GWLB</i>	Leibn. Marg. 6		N. 74
	Leibn. Marg. 105		N. 25
	LH IV 1, 4a	Bl. 1–16	N. 74
	LH XXXV 9, 20	Bl. 2	N. 67
	LH XXXV 9, 20	Bl. 3–4	N. 67
	LH XXXV 9, 22	Bl. 4–5	N. 63
	LH XXXV 10, 7	Bl. 13–14	N. 68
	LH XXXV 10, 7	Bl. 32–35	N. 68
	LH XXXV 11, 18C	Bl. 27–216	N. 64
	LH XXXVII 3	Bl. 125–127	N. 14 ₃
			N. 14 ₇
			N. 17
			N. 21
	LH XLI 1	Bl. 11	N. 32
LH XLII 5	LH XLII 5	Bl. 39–40	N. 64
	LH XLII 5	Bl. 41	N. 64
	LH XLII 5	Bl. 42	N. 64
	LBr 56	Bl. 37–39	N. 76
	LBr 68	Bl. 139–140	N. 48
	LBr 390	Bl. 81	N. 13
			N. 32 ₂
	LBr 425	Bl. 57–58	N. 28
	Nm-A 403		N. 48
	Nm-A 418		N. 13

KONKORDANZEN

EDITIONEN

FICHANT 1994, S. 71–79	N. 581
FICHANT 1994, S. 80–88	N. 582
FICHANT 1994, S. 89–92	N. 583
FICHANT 1994, S. 93–99	N. 584
FICHANT 1994, S. 100–105	N. 585
FICHANT 1994, S. 106–115	N. 586
FICHANT 1994, S. 116–124	N. 587
FICHANT 1994, S. 125–144	N. 588
FICHANT 1994, S. 145–151	N. 589
FICHANT 1994, S. 152–158	N. 5810
FICHANT 1994, S. 159–165	N. 5811
FICHANT 1994, S. 166–171	N. 5812
FICHANT 1994, S. 346–352	N. 39
FICHANT 1994, S. 352	N. 41
FICHANT 1994, S. 356f.	N. 40
FICHANT 1994, S. 357–361	N. 42 ₁
FICHANT 1994, S. 361–364	N. 42 ₃
FICHANT 1994, S. 365–367	N. 43 ₂
FICHANT 1994, S. 375–378	N. 48
FICHANT 1994, S. 379–383	N. 49
FICHANT 1994, S. 384–387	N. 50
FICHANT 1994, S. 387f.	N. 55
FICHANT 1994, S. 390f.	N. 44
FICHANT 1994, S. 391–393	N. 46
FICHANT 1994, S. 394	N. 54
FICHANT 1994, S. 397f.	N. 53
FICHANT 1994, S. 399–402	N. 52
FICHANT 1994, S. 403–405	N. 56
FICHANT 1994, S. 406–408	N. 57
GERLAND 1906, S. 11–15	N. 12 ₁
GERLAND 1906, S. 16–27	N. 12 ₃
GERLAND 1906, S. 27–31	N. 12 ₂
GERLAND 1906, S. 31–35	N. 21
GERLAND 1906, S. 35	N. 11
GERLAND 1906, S. 175	N. 26

NACHDRUCKE

JACOB BERNOULLI, <i>Der Briefwechsel</i> , hrsg. von D. SPEISER und A. WEIL, Basel 1993, S. 51–57	N. 146
LAMARRA/PALAIA 2005, S. 59–66	N. 146
LOD III, S. 161–166, Tab. V (Fig. 21–28)	N. 146
LMG VI, S. 106–112, Faltblatt (Fig. 1–8)	N. 146

ÜBERSETZUNGEN INS FRANZÖSISCHE

FICHANT 1994, S. 185–200	N. 581
FICHANT 1994, S. 200–207	N. 582
FICHANT 1994, S. 208–212	N. 583
FICHANT 1994, S. 213–223	N. 584
FICHANT 1994, S. 223–228	N. 585
FICHANT 1994, S. 229–236	N. 586
FICHANT 1994, S. 236–255	N. 587
FICHANT 1994, S. 257–277	N. 588
FICHANT 1994, S. 278–302	N. 589
FICHANT 1994, S. 308–316	N. 5810
FICHANT 1994, S. 317–330	N. 5811
FICHANT 1994, S. 331–337	N. 5812
G. W. LEIBNIZ, <i>Oeuvre concernant la physique</i> , hrsg. von P. PEYROUX, Paris 1985, S. 15–20	N. 146

SIGLEN, ABKÜRZUNGEN, ZEICHEN

1. SIGLEN UND EDITORISCHE ZEICHEN

<i>A</i>	fremdhändige Abschrift eines fremden Textes
<i>E, E¹</i>	Erstdruck
<i>E² ...</i>	weitere Drucke
<i>L, L¹ ...</i>	Leibniz, eigenhändig
<i>l</i>	Leibniz, Abschrift von Schreiberhand
<i>LiA</i>	Leibnizens eigenhändige Bemerkungen und Verbesserungen in einer fremdhändigen Abschrift eines fremden Textes
<i>Lil</i>	Leibnizens eigenhändige Bemerkungen und Verbesserungen in einer Abschrift von Schreiberhand
<i>Ü</i>	Übersetzung
[]	bei Datierungen: erschlossenes Datum im Text und bei Abbildungen: Änderungen, Ergänzungen und Erläuterungen des Herausgebers
[/]	von Leibniz benutzte eckige Klammern werden im Erläuterungsapparat angezeigt
[...]	Zeilenfall in diplomatisch wiedergegebenem Text oder im Stufenapparat
[?]	im Stufenapparat: Gültiger Text, der im Haupttext vollständig wiedergegeben wird
()	im Stufenapparat: nicht verbesserte Rechen- oder Sprachfehler
()	Konjektur schwer lesbarer oder durch Beschädigung der Handschrift aus gefallener Wörter bzw. Wortteile
{...} {-} {- -}	nicht entzifferter bzw. durch Beschädigung der Handschrift aus gefallener Text unbestimmter Länge oder im Umfang vermutlich eines oder mehrerer Worte
<i>Kursivierung</i>	zitiert Titel von Büchern oder Schriften
	wörtliches oder fast wörtliches Zitat; als „fast wörtlich“ gilt eine Textwiedergabe, die unbedeutsam von der Vorlage abweicht, etwa bei flüchtiger Wortfolge oder Kasusänderungen
<i>Sperrung</i>	Hervorhebungen durch Leibniz

2. ABKÜRZUNGEN (allgemein)

a.a.O.	am angegebenen Ort
Anm.	Anmerkung
Aufl.	Auflage
Bd(e)	Band (Bände)
bes.	besonders
Bl.	Blatt
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
c.	caput (capita), capitulum (capitula)
ca.	circa
cap.	caput (capita), capitulum (capitula)

chap.	chapitre(s)
d.h.	das heißt
ebd.	ebenda
e.g.	exempli gratia
eigh.	eigenhändig
erg.	ergänzt
Erl.	Erläuterung
f. (ff.)	folgend(e)
Fig.	Figur
fl.	floruit
fol.	folio
gestr.	gestrichen
GWLB	Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek – Niedersächsische Landesbibliothek
H.	Hälfte
Hrsg. (hrsg.)	Herausgeber (herausgegeben)
Ms.	Handschrift
Jh.	Jahrhundert
l.	liber (libri)
LBr	HANNOVER, GWLB, Leibniz-Briefwechsel
LH	HANNOVER, GWLB, Leibniz-Handschriften
lib.	liber (libri)
m.	mit
Marg.	Marginalie(n)
Ms.	Manuskript
n.	numerus (numeri)
N.	Stücknummer(n) in der <i>LSB</i> -Ausgabe
Nachdr.	Nachdruck
NB	nota bene
Nr.	Nummer(n)
o.S.	ohne Seitenangabe
p.	pagina(e), page(s)
r ^o	recto
S.	Seite(n)
Sp.	Spalte(n)
tlw.	teilweise
u.	und
u.a.	und andere, unter anderem
u.ö.	und öfters
v.	van, von
v.c.	verbi causa
v.g.	verbi gratia
vgl.	vergleiche
v ^o	verso
Z.	Zeile(n)
z.B.	zum Beispiel

3. ABKÜRZUNGEN (Schriften)

- AE: Acta Eruditorum*, hrsg. von O. Mencke und J. B. Mencke, 50 Bde, Leipzig 1682–1731.
- ANTOGNAZZA* 2009: M. R. ANTOGNAZZA *Leibniz. An Intellectual Biography*, Cambridge (UK) 2009.
- BERTOLONI MELI* 1993: D. BERTOLONI MELI, *Equivalence and Priority: Newton versus Leibniz. Including Leibniz's Unpublished Manuscripts on the Principia*, Oxford 1993.
- Cc 2: Catalogue critique des manuscrits de Leibniz, Fascicule II (Mars 1672–Novembre 1676)*, hrsg. von A. Rivaud u.a., Poitiers 1914–1924.
- Chronik: Leben und Werk von Gottfried Wilhelm Leibniz: Eine Chronik*, bearb. von K. Müller und G. Krönert, Frankfurt am Main 1969.
- DL: R. DESCARTES, Lettres de M. Descartes*, hrsg. von C. de Clerselier, 3 Bde, Paris 1657–1667.
- DO: R. DESCARTES, Oeuvres*, hrsg. von C. Adam und P. Tannery, 12 Bde, Paris 1879–1910, 2. Aufl. ebd. 1964–1972.
- FICHANT* 1994: G. W. LEIBNIZ, *La réforme de la dynamique. De corporum concursu (1678) et autres textes inédits*, hrsg. von M. Fichant, Paris 1994.
- GERLAND* 1906: G. W. LEIBNIZ, *Nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts*, hrsg. von E. Gerland, Leipzig 1906; Nachdr. Hildesheim, New York 1995.
- GO: G. GALILEI, Opere. Edizione Nazionale*, hrsg. von A. Favaro u.a., 20 Bde, Florenz 1890–1909.
- GOO: P. GASSENDI, Opera omnia*, 6 Bde, Lyon 1658; Nachdr. Stuttgart-Bad Cannstatt 1964.
- HO: C. HUYGENS, Oeuvres complètes*, hrsg. von D. Bierens de Haan, J. Bosscha u.a., 22 Bde, Den Haag 1888–1950.
- JS: Journal des Scavans*, Paris 1665ff.
- KGW: J. KEPLER, Gesammelte Werke*, hrsg. von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 27 Bde, München 1937–2017.
- LAMARRA/PALAIÀ* 2005: G. W. LEIBNIZ, *Essais scientifiques et philosophiques*, hrsg. von A. Lamarra und R. Palaia, 3 Bde, Hildesheim, Zürich, New York 2005.
- LMG: Leibnizens gesammelte Werke*, hrsg. von G. H. Pertz, Dritte Folge: Mathematische Schriften, hrsg. von C. I. Gerhardt, 7 Bde, Berlin, Halle 1849–1863; Nachdr. Hildesheim 1971.
- LOD: G. W. LEIBNIZ, Opera omnia*, hrsg. von L. Dutens, 6 Bde, Genf 1768; Nachdr. Hildesheim 1990.
- LPG: Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, hrsg. von C. I. Gerhardt, 7 Bde, Berlin 1875–1890; Nachdr. Hildesheim 1996.
- LSB: G. W. LEIBNIZ, Sämtliche Schriften und Briefe*, Akademie-Ausgabe, Darmstadt 1923ff. (seit 1954: Berlin).
- MO: E. MARIOTTE, Oeuvres, comprenant tous le Traitez de cet Auteur, tant ceux qui avoient déjà paru séparément, que ceux qui n'avoient pas encore été publiez*, 2 Bde, Leiden 1717.
- PO: B. PASCAL, Oeuvres*, hrsg. von P. Bourroux, L. Brunschvicg und F. Gazier, 14 Bde, Paris 1904–1914; Nachdr. Vaduz 1965.
- PT: Philosophical Transactions of the Royal Society*, London 1665ff.
- SVF: Stoicorum veterum fragmenta*, hrsg. von H. von Arnim (Bd IV mit M. Adler), 4 Bde, Leipzig 1903–1924.
- TO: E. TORRICELLI, Opere*, hrsg. von G. Loria und G. Vassura, 4 Bde, Faenza 1919–1944.
- WO: J. WALLIS, Opera mathematica*, 3 Bde, Oxford 1693–1699; Nachdr. Hildesheim 1972.

4. SYMBOLE

- § destilletur, distilletur (noch zu bedenken)
☿ Merkur
☽ Mond
☉ Sonne

5. MATHEMATISCHE ZEICHEN

~	Multiplikation
÷	Division
▽	Dreieck
f	facit
□ [2]	Quadrat
[3]	cub.
✓	√ Rq.
=	aequ. aeq. □ ∞ :: gleich
Γ	größer als
Π	kleiner als
, „ „, „,	Klammerausdrücke
	Umrahmungen zur Bezeichnung wegfallender Terme
... „,	Platzhalter für Terme
±	kombinierte Plusminuszeichen
‡	
‡	
‡	
‡	
‡	

BERICHTIGUNGEN UND ERGÄNZUNGEN

Zu Band VIII, 1:

- | | |
|-------------------|---|
| S. 229, Anmerkung | <i>statt ergo dupl. CP dupl. CS. CT. SO lies erunt dupl. CO dupl. CS. CT. [ST] u. ergänze dazu im Apparat SO L ändert Hrsg.</i> |
| S. 230, Anmerkung | <i>statt c : M + x :: y : x ergo y aeq. cx : M + x. Si ponatur c et M lies c : m + x :: y : x ergo y aeq. cx : m + x. Si ponatur c et m</i> |
| S. 265, Z. 5 | <i>statt Jam lies Tam</i> |
| S. 273, Z. 2 | <i>statt Petronis lies Petronii</i> |
| S. 341, Z. 17 | <i>statt festinandum lies festinandum</i> |

Zu Band VIII, 2:

- | | |
|--|--|
| S. 134, Erläuterung zu Z. 1 | <i>statt De aequiponderantibus. lies De aequiponderantibus, De corporibus fluitantibus.</i> |
| S. 135, Z. 18 | <i>statt sumtorum ad rem lies sumtorum. Ad rem</i> |
| S. 136, Z. 18 | <i>statt ejus lies ejus</i> |
| S. 185, Z. 19 | <i>statt de lies [ce] u. ergänze dazu im Apparat de L ändert Hrsg.</i> |
| S. 189, Z. 19 | <i>statt hunc lies [hanc] u. ergänze dazu im Apparat hunc L ändert Hrsg.</i> |
| S. 275, Z. 25 | <i>statt infinita lies insumta</i> |
| S. 291, Z. 12 | <i>statt [il est] lies ce [qui est]</i> |
| S. 296, Z. 4 | <i>streiche reciproce</i> |
| S. 296, Z. 8 | <i>statt proportionis lies jeweils progressionis</i> |
| S. 298, Z. 7 | <i>statt $\frac{d}{a} gtc$ lies $\frac{d}{a^2} gtc$</i> |
| S. 313, Erläuterung zu Z. 1
GEA | <i>statt M lies jeweils B</i> |
| S. 342, Z. 27 | <i>statt 285 lies 258</i> |
| S. 355, Erläuterung zu Z. 8
I. fig. | <i>statt [Fig. 2] lies [Fig. 1] in N. 361, S. 349</i> |
| S. 355, Erläuterung zu Z. 13
Triangle GEA | <i>statt [Fig. 2] lies [Fig. 1] in N. 361, S. 349</i> |
| S. 366, Datierung von N. 38 | <i>statt Ende 1675 lies April bis Mai 1675</i> |
| S. 366, Z. 5–9 | <i>statt Im [...] sein. lies Der Inhalt dieses Résumé N. 38 spiegelt den Stand der Untersuchung nach N. 31 und N. 32 wider. Somit ist die Angabe in Z. 12 „j'y ay travaillé depuis quelques jours“ vermutlich auf die genannten Texte zu beziehen. Die sich daraus ergebende Datierung ist April bis Mai 1675.</i> |
| S. 423, Z. 15 | <i>statt elles lies ils</i> |
| S. 424, Z. 10 | <i>statt on arrestera lies on [n']arrestera u. ergänze dazu im Apparat n' erg. Hrsg.</i> |
| S. 430, Z. 22 | <i>statt remis lies [remissus] u. ergänze dazu im Apparat remis L ändert Hrsg.</i> |

- S. 442, Z. 9 *statt resistantiis lies resistentis*
S. 447, Z. 8 *statt F. lies A.*
S. 448, Z. 1 *statt AF, lies A,*
S. 470, Z. 3 *statt duorum lies durorum*
S. 471, Z. 4 *statt praetera lies praeterea*
S. 479, Z. 8 *statt ferat lies ferat.*
S. 482, Z. 6 *statt vacuo lies vacuo,*
S. 494, Z. 4 *statt hoc lies hoc,*
S. 686, Z. 23–25 *ergänze Erl. zu* Boylius habet [...] in Iezzo: Möglicherweise handelt es sich um eine Bemerkung zu D. REMBRANTSZ VAN NIEROP: *Tweede deel van enige oefeningen in de geografie*, Amsterdam 1674. Eine ausführliche Rezension erschien in den *Philosophical Transactions*: „A narrative of some observations made upon several voyages [...] Together with instructions given by the Dutch East-India Company for the discovery of the famous land of Jesso near Japan“, *PT*, Bd 9 N. 109, 14. (24.) Dezember 1674, S. 197–208.
S. 687, Z. 27 *statt de Verret lies du Verney u. ergänze Erl. dazu C. PERRAULT, Essais de physique*, Bd 3, Paris 1680, S. 5 (Duverney) und S. 226 („fibre du coeur [...] en spirale“); sowie A. GUERRINI, *The Courtier's Anatomists*, Chicago/London, 2015, S. 12 und S. 171.
S. 687, Z. 29 *ergänze Erl. zu un Anglois*: W. COLE „A discourse concerning the spiral, instead of the supposed annular, structures of the fibres of the intestins“, *PT*, Bd 11 N. 125, 22. Mai (1. Juni) 1676, S. 603–609.
S. 699, Z. 7 *ergänze* Weitere Drucke nach E: M. PETZET, *Claude Perrault und die Architektur des Sonnenkönigs*, München 2000, S. 568f.; H. BREDEKAMP, *Die Fenster der Monade*, Berlin 2004, S. 210–214.