

verlassen, um sie seiner Zeit wieder aufzunehmen und eingehend zu prüfen¹⁸⁾, erkläre ich mich einverstanden mit einer seiner bisherigen Behauptungen, daß nämlich die Welt mit allen Dimensionen ausgestattet und darum von höchster Vollkommenheit ist. Ich setze hinzu, daß sie als solche durchaus gesetzmäßig ist, d. h. aus Teilen besteht, die nach höchsten und vollkommensten Gesetzen angeordnet sind. Ich glaube, dieser Annahme werdet weder Ihr, noch sonst jemand widersprechen.

Der Verfasser
nimmt an, die
Welt sei voll-
kommen geord-
net.

Simpl. Wer sollte da widersprechen! Denn erstens rührt sie von Aristoteles selbst her; dann aber scheint schon der Name Kosmos von nichts Anderem hergenommen zu sein, als von der im Weltall herrschenden höchsten Ordnung.¹⁹⁾

Salv. Nach Feststellung eines solchen Principis läßt sich ohne weiteres schließen, daß, wenn die Hauptmassen des Weltalls vermöge ihrer Natur beweglich sind, ihre Bewegungen unmöglich geradlinig oder anders als kreisförmig sein können.²⁰⁾ Der Grund ist ganz ein-

In der wohlge-
ordneten Welt
kann es unmög-
lich eine gerad-
linige Bewegung
geben.

fach und liegt auf der Hand. Denn was sich geradlinig bewegt, verändert seinen Ort und entfernt sich im Fortgang der Bewegung mehr und mehr von dem Ausgangspunkt und von allen im Lauf der Bewegung erreichten Punkten. Käme nun einem Körper solche Bewegung von Natur aus zu, so wäre er von Anfang an nicht an seiner natürlichen Stelle, mithin die Anordnung der Teile der Welt keine vollkommene. Wir setzen aber voraus, daß ihre Ordnung vollkommen sei, demgemäß können sie nicht von Natur dazu bestimmt sein, ihre Stelle zu wechseln und folglich auch nicht, sich geradlinig zu bewegen. Da außerdem die geradlinige Bewegung ihrer Natur nach unendlich ist — denn die gerade Linie ist unendlich und von unbestimmter Länge — so kann kein beweglicher Körper den natürlichen

Geradlinige
Bewegung ihrer
Natur nach un-
endlich.

Geradlinige Be-
wegungen von
Natur un-
möglich.

Die Natur ver-
sucht nicht zu
leisten, was un-
möglich zu
leisten ist.

Geradlinige Be-
wegung viel-
leicht im Ur-
chaos.

Trieb haben, sich in gerader Linie dahin zu bewegen, wohin er unmöglich gelangen kann, insofern einer solchen Bewegung kein Ziel gesetzt ist. Und die Natur, wie Aristoteles selbst sehr richtig bemerkt, versucht nicht, was unmöglich zu leisten ist, versucht also nicht dahin zu treiben, wohin zu gelangen unmöglich ist.²¹⁾ Wollte man aber behaupten, die Natur habe, obgleich die gerade Linie und die geradlinige Bewegung ins Unendliche, d. h. ins Ziellose, fortsetzbar ist, dennoch gewissermaßen willkürlich ihr bestimmte Grenzen gesteckt und den Naturkörpern den natürlichen Trieb eingepflanzt, sich zu diesen hin zu bewegen, so entgegne ich, daß man vielleicht in Phantasieen sich ergehen darf, die Sache habe sich in dieser Weise aus dem Urchaos entwickelt, wo verschwommene Materien verworren und ungeordnet umherschwebten. Um diese zu ordnen, mag dann die Natur sich sehr

geschickt der geradlinigen Bewegungen bedient haben; wie diese nämlich einerseits wohlgeordnete Körper in Unordnung zu bringen vermögen, so sind sie im Gegenteile geeignet, die verkehrt angeordneten in Ordnung zu bringen. Ist aber einmal die beste Verteilung und Stellung herbeigeführt, so kann unmöglich in ihnen die natürliche Neigung bestehen bleiben, sich auch fernerhin in gerader Linie zu bewegen, was nunmehr bloß die Wiederentfernung vom gehörigen und natürlichen Orte, also die Unordnung im Gefolge haben würde.²²⁾ Wir können demnach sagen, es diene die geradlinige Bewegung dazu, die Baustoffe für das Werk herbeizuschaffen; ist dieses aber einmal fertig gestellt, so bewegt es sich entweder nicht, oder wenn es sich bewegt, so bewegt es sich kreisförmig. Es sei denn, daß wir noch

Die Weltkörper
nach Plato an-
genommener geradlinig,
später kreisförmig
bewegt.

weiter gehend mit Plato²³⁾ sagen wollten, daß auch die Weltkörper nach ihrer Schöpfung und ihrer endgültigen Fertigstellung eine gewisse Zeit hindurch von ihrem Schöpfer in gerader Linie bewegt wurden, daß sie aber, angelangt an dem bestimmten, ihnen zugewiesenen Orte, der Reihe nach in Drehung versetzt wurden und so von der geraden Bewegung zur kreisförmigen übergingen, in welcher sie sich dann behauptet haben und bis auf den heutigen Tag beharren. Ein erhabener Gedanke und Platos wohl würdig. Ich entsinne mich darüber unseren gemeinsamen Freund von der Accademia dei Lincei²⁴⁾ reden gehört zu haben und, wenn ich mich recht erinnere, war seine Ansicht diese.

Jeder von Natur bewegliche Körper, der durch irgendwelche Ursache in den Zustand der Ruhe gebracht worden ist, wird freigelassen sich in Bewegung setzen; freilich nur dann, wenn er von Natur eine Vorliebe für irgend einen besonderen Ort hat. Denn wenn er sich allen gegenüber gleichmäßig verhielte, würde er in seiner Ruhe verharren, da er nicht mehr Ursache hat nach diesem als nach jenem sich hin zu bewegen. Hat er aber diesen Trieb, so ergiebt sich mit Notwendig-

Ein in Ruhe be-
findlicher Kör-
per wird sich
nicht bewegen,
wenn er nicht
Vorliebe für ir-
gend einen be-
sonderen Ort hat.

keit, daß er bei seiner Bewegung eine fortwährende Beschleunigung erfährt. Da er nämlich mit der langsamsten Bewegung beginnt, wird er keine Stufe der Geschwindigkeit erreichen, er sei denn zuvor durch alle Stufen geringerer Geschwindigkeit oder meinethalben größerer Langsamkeit hindurchgegangen. Denn da er vom Zustand der Ruhe, als gehende Körper von der Stufe unendlicher Langsamkeit, ausgeht, so ist kein Grund für ihn vorhanden, in die und die bestimmte Stufe der Geschwindigkeit einzutreten, ohne zuvor in eine niedrigere einzutreten und in eine noch niedrigere, bevor in diese. Es ist vielmehr nur vernünftig anzunehmen, daß er erst durch die Stufen hindurchgeht, die der Anfangsstufe zunächst liegen, und von diesen aus erst zu den entfernter liegenden gelangt; die Stufe aber, mit der er seine Bewegung beginnt,

Der bewegliche
Körper beschleunigt seine Be-
wegung, wenn er
sich nach dem
Orte seiner Wahl
begiebt.

Der vom Ruhe-
zustand aus-
gehende Körper
geht durch alle
Stufen der Lang-
samkeit hin-
durch. Der Ruhe-
zustand ist die
Stufe unend-
licher Langsam-
keit.

Der Körper beschleunigt seine Bewegung nur, aber diese Beschleunigung nur zustande kommen, wenn der Körper wenn er näher dem Ziele rückt, bei seiner Bewegung eine Förderung erfährt und diese Förderung

besteht in nichts Anderem als in der Annäherung an das angestrebte Ziel, d. h. an denjenigen Ort, wohin ihn der natürliche Trieb zieht; dabei wird er sich auf dem kürzesten, also dem geraden Wege dorthin begeben. Wir können mithin die begründete Vermutung aussprechen,

Um dem Körper einen gewissen Grad von Geschwindigkeit einzupflanzen, läßt ihn die Natur sich geradlinig bewegen.

so dürfen wir uns vorstellen, Gott habe die Masse z. B. des Jupiter erschaffen und wolle ihm nunmehr eine so und so große Geschwindigkeit verleihen, die er alsdann gleichförmig in alle Ewigkeit bewahren soll; wir werden dann mit Plato sagen können, daß er ihm anfangs verstattete in geradlinig beschleunigter Bewegung fortzuschreiten und daß er dann, auf der vorgeschriebenen Stufe der Geschwindigkeit angelangt, die gerade Bewegung in die kreisförmige verwandelte, deren Geschwindigkeit dann natürlich einförmig sein muß.

Gleichförmige Geschwindigkeit kommt der kreisförmigen Bewegung zu.

Sagr. Ich höre von dieser Ansicht mit großem Vergnügen, glaube aber, das wird in noch höherem Maße der Fall sein, wenn Ihr mir erst ein Bedenken beseitigt habt; ich begreife nämlich nicht recht, wieso notwendig ein beweglicher Körper, der aus dem Zustande der Ruhe

Zwischen der Ruhe und irgend welchem Grade der Geschwindigkeit liegen es zwischen einem beliebig vorgeschriebenen Grade und dem Zustande unendlich vieler Grade geringer der Ruhe unendlich viele giebt: als wenn die Natur der Masse des Jupiter nicht gleich nach ihrer Schöpfung die kreisförmige Bewegung nebst der betreffenden Geschwindigkeit hätte zuerteilen können.

Salv. Ich habe nicht gesagt und möchte mich nicht erdreisten zu sagen, daß es der Natur und Gott unmöglich wäre, jene Geschwindigkeit, von der Ihr sprecht, auch unmittelbar zu verleihen; wohl aber sage ich, daß die Natur *de facto* nicht so verfährt. Ein solcher Vorgang käme also auf eine Wirkung hinaus, wie sie außerhalb des natürlichen Verlaufs liegt, also auf ein Wunder.*)

Die Natur verleiht nicht unmittelbar einen bestimmten Grad von Geschwindigkeit, wie wohl sie es könnte.

*) Es möge sich ein beweglicher noch so wuchtiger Körper mit beliebiger Geschwindigkeit bewegen und auf einen beliebigen ruhenden Körper treffen, so wird letzterer, und sei er noch so schwach und widerstandsunfähig, niemals sofort im Augenblicke des Zusammentreffens die Geschwindigkeit des anderen annehmen. Ein deutliches Zeichen, daß dem so ist, besteht in der durch den Stoß hervorgerufenen Schallwirkung, die man nicht vernehmen oder die, besser gesagt, gar nicht statt-

Sagr. Ihr glaubt also, ein Stein, der aus der Ruhelage in die ihm natürliche Bewegung nach dem Mittelpunkt der Erde eintritt, müsse durch alle Stufen der Langsamkeit hindurchgehen, die unterhalb einer beliebigen Stufe der Geschwindigkeit liegen?

Salv. Ich glaube es, ja ich bin dessen sicher und zwar mit solcher Zuversicht, daß ich auch Euch darüber völlig vergewissern kann.

Sagr. Wenn ich bei allen unseren heutigen Untersuchungen auch nur diese eine Erkenntnis gewänne, würde ich das als eine bedeutende Errungenschaft betrachten.

Salv. Soweit ich Euch verstanden zu haben glaube, richtet sich Euer Haupteinwurf gegen die Vorstellung, daß ein Körper durch jene unendlich vielen vorangehenden Stufen der Langsamkeit und noch dazu in kürzester Frist hindurchgehen soll, bis er die nach dieser Frist ihm zukommende Geschwindigkeit erreicht. Darum will ich, bevor ich weiter gehe, dieses Bedenken zu beseitigen suchen, was nicht schwer ist. Ich brauche Euch bloß zu entgegnen, daß der Körper zwar durch die genannten Stufen hindurchgeht, aber ohne bei diesem Durchgang auf irgend einer Stufe zu verweilen. Da demnach der Durchgang nicht mehr als einen einzigen Augenblick erfordert, aber jede noch so kleine Frist unendlich viele Augenblicke enthält, so werden wir eine genügende Menge von Augenblicken zur Verfügung haben, um den unendlich vielen verschiedenen Stufen der Langsamkeit je einen bestimmten Zeitpunkt zuzuordnen, mag die Frist auch noch so klein sein.

Der vom Ruhestand ausgehende Körper geht durch alle Stufen der Geschwindigkeit hindurch, ohne auf irgend einer zu verweilen.

Sagr. Soweit folge ich; gleichwohl kommt es mir auffällig vor, wenn eine Kanonenkugel, — als solche will ich mir den fallenden Körper vorstellen — die doch mit solchem Ungestüm niederfällt, daß sie in weniger als zehn Pulsschlägen mehr als zweihundert Ellen²⁶⁾ zurücklegt, im Laufe ihrer Bewegung einen so geringen Grad von Geschwindigkeit soll besessen haben, daß, wenn sie diesen beibehalten und keine weitere Beschleunigung erfahren hätte, sie die Strecke nicht in einem ganzen Tage zurückgelegt haben würde.

Salv. Ihr dürft ruhig sagen, in einem ganzen Jahre nicht, noch auch in zehn oder in tausend Jahren. Ich verbürge mich, Euch davon zu überzeugen, ohne daß Ihr vielleicht gegen eine der einfachen Fragen Einspruch erhebt, die ich an Euch richten werde. Sagt mir also, ob Ihr ohne weiteres zugebt, daß jene Kugel beim Fallen immer größeren Antrieb und Geschwindigkeit erlangt.

Sagr. Dessen bin ich völlig gewiß.

finden würde, wenn der vorher ruhende Körper bei Ankunft des bewegten dieselbe Geschwindigkeit empfinde wie dieser.²⁵⁾

Salv. Und wenn ich behaupte, daß der an irgend einer Stelle erreichte Antrieb der Bewegung gerade groß genug ist, um die Kugel wieder zu der Höhe zurückzubringen, von der sie ausging, werdet Ihr mir Recht geben?

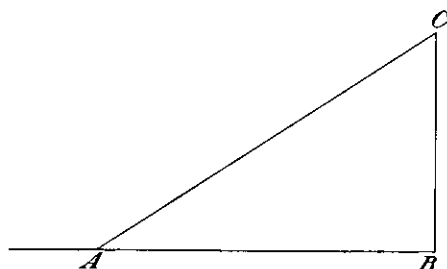
Sagr. Unbedingt, sobald sie ungehindert ihre volle Kraft für den einen Zweck verwenden kann, um selbst wieder zur früheren Höhe zu gelangen oder um einen anderen ihr gleichen Körper dahin zu bringen.

Wäre z. B. die Erde durch den Mittelpunkt hindurch durchbohrt und ließe man die Kugel aus einer Höhe von hundert oder tausend Ellen fallen, so bin ich überzeugt, daß sie jenseits des Mittelpunktes sich ebenso weit über diesen erhöhe, als sie zuvor gefallen ist. Eben dasselbe ist der Fall, wie der Versuch mich lehrt, bei einem an einem Faden aufgehängten Gewichte. Entfernt man dieses aus der Ruhelage, also der lotrechten Richtung, und überläßt es sich selbst, so fällt es in die lotrechte Lage zurück und überschreitet sie um ebensoviele oder doch nur um soviel weniger, als der Widerstand der Luft und des Fadens oder anderer Nebenumstände dies bewirken. Auch beim Wasser, welches in eine Röhre gegossen ebenso weit steigt, als die Höhe seines Falls betrug, zeigt sich mir das nämliche.²⁷⁾

Salv. Euere Schlüsse sind untadelig. Ihr werdet auch sicherlich damit einverstanden sein, daß die Ursache des erlangten Antriebes die wachsende Entfernung des Körpers vom Ausgangspunkte und die Annäherung an den bei der Bewegung erstrebten Mittelpunkt ist. Werden aber auch zwei gleiche Körper, wenn sie, ohne Widerstand zu finden, längs verschiedener Linien sich abwärts bewegen, dennoch gleiche Antriebe erlangen, die Annäherung an den Mittelpunkt in beiden Fällen als gleich vorausgesetzt? Räumt Ihr das gleichfalls ein?

Sagr. Ich verstehe die Frage nicht recht.

Salv. Ich werde mich besser mit Hilfe einer kleinen Zeichnung verständlich machen. Ich ziehe also diese Linie AB in horizontaler Richtung, errichte im Punkte B die Senkrechte CB und ziehe dann die schiefe Verbindungslinie CA . Wenn ich mir nun unter der Linie CA eine geneigte Ebene von ausgezeichneter Glätte und Härte vorstelle, auf welcher eine vollkommen runde Kugel von härtestem Stoff sich abwärts bewegt; wenn ferner eine zweite derartige Kugel längs der Senkrechten CB in



eine vollkommen runde Kugel von härtestem Stoff sich abwärts bewegt; wenn ferner eine zweite derartige Kugel längs der Senkrechten CB in

freiem Falle sich bewegt, so frage ich: Räumt Ihr ein, daß der Antrieb der Kugel, welche längs der geneigten Ebene fällt, nach Ankunft in A gleich dem Antriebe sein kann, welche die andere im Punkte B erlangt, nachdem sie die lotrechte Strecke CB passiert hat?

Sagr. Ich glaube bestimmt: ja. Denn schliesslich haben sich beide dem Mittelpunkt gleichviel genähert und nach dem, was ich soeben eingeräumt habe, würde der Antrieb einer jeden von beiden genügen, um sich selbst wieder zu gleicher Höhe zu erheben.

Die Antriebe zweier Körper, die sich gleichviel dem Mittelpunkt genähert haben, sind gleich.

Salv. Sagt mir nun noch, wie sich Euerer Ansicht nach die nämliche Kugel verhielte, wenn man sie auf die wagrechte Ebene AB legen würde?

Sagr. Sie würde ruhig liegen bleiben, da die Ebene nach keiner Seite geneigt ist.

Auf der wagrechten Ebene bleibt der Körper ruhig liegen.

Salv. Auf der geneigten Ebene CA hingegen würde sie sich abwärts bewegen, aber langsamer als längs der Senkrechten CB , nicht wahr?

Sagr. Ich habe eben unbedenklich zustimmen wollen, denn dem Anschein nach ist allerdings die senkrechte Bewegung CB notwendig rascher, als die schiefe CA . Wie kann aber dann der auf der schiefen Ebene fallende Körper nach seiner Ankunft im Punkte A ebensoviele Antriebe, also auch die nämliche Geschwindigkeit, besitzen, wie der senkrecht herabfallende im Punkte B ? Diese Sätze scheinen sich zu widersprechen.²⁸⁾

Salv. Umsomehr wird es Euch unrichtig vorkommen, wenn ich behaupte, daß die Geschwindigkeit des senkrecht und des schief fallenden Körpers genau gleich sind. Und doch ist dies vollkommen richtig, ebenso richtig wie die Behauptung, daß der Fall längs der Senkrechten rascher erfolgt als längs der schiefen Ebene.

Geschwindigkeit längs der geneigten Ebene gleich der Geschwindigkeit längs der senkrechten, und Bewegung längs der senkrechten geschwinder als längs der geneigten.

Sagr. In meinen Ohren klingt das wie ein schroffer Widerspruch. Was meint Ihr, Signore Simplicio?

Simpl. Auch mir kommt das so vor.

Salv. Ich glaube, Ihr habt mich zum besten und stellt Euch, als ob Ihr nicht verstündet, was Ihr besser versteht als ich. Sagt mir doch, Signore Simplicio, wenn Ihr Euch vorstellt, ein bewegter Körper übertreffe einen anderen an Geschwindigkeit, welchen Begriff verbindet Ihr damit?

Simpl. Ich stelle mir vor, der eine lege in der nämlichen Zeit eine größere Strecke als der andere zurück, oder die gleiche Strecke, aber in kürzerer Zeit.

Salv. Sehr wohl, und was stellt Ihr Euch unter gleichen Geschwindigkeiten zweier Körper vor?

Simpl. Ich stelle mir darunter vor, daß sie gleiche Strecken in gleichen Zeiten zurücklegen.

Salv. Sonst nichts als das?

Simpl. Es scheint mir dies die richtige Definition gleicher Bewegungen zu sein.

Sagr. Wir können doch noch eine andere aufstellen: es heißen die Geschwindigkeiten auch dann gleich, wenn die zurückgelegten Wege sich verhalten wie die Zeiten, in welchen sie zurückgelegt worden sind. Diese Definition ist eine allgemeinere.

Geschwindigkeiten heißen gleich, wenn die zurückgelegten Wege den Zeiten proportional sind.

Salv. So ist es; denn sie umfaßt sowohl den Fall, wo gleiche Strecken in gleichen Zeiten, als auch den, wo ungleiche Strecken in ungleichen, aber den Strecken proportionalen Zeiten durchlaufen werden. Nehmt nun dieselbe Figur noch einmal vor und sagt mir sodann, unter Benutzung des Begriffs der rascheren Bewegung, warum Ihr die Geschwindigkeit des längs CB fallenden Körpers für größer haltet als die Geschwindigkeit des längs CA fallenden.

Simpl. Ich glaube darum, weil der frei fallende Körper in einer Zeit die ganze Strecke CB zurücklegt, in welcher der andere auf CA eine kleinere Strecke als CB zurücklegt.

Salv. So ist es. Es hat demnach seine Richtigkeit, daß der Körper schneller in der senkrechten Richtung als in der geneigten sich bewegt. Überlegt nun, ob in dieser nämlichen Figur nicht auch der andere Satz zu seinem Recht gelangen kann, und ob sich nicht erweisen läßt, daß die Körper auf beiden Linien CA und CB gleiche Geschwindigkeiten besitzen.

Simpl. Ich kann nichts derartiges entdecken; es scheint mir im Gegenteil darin ein Widerspruch mit dem eben Gesagten zu liegen.

Salv. Was meint Ihr, Signore Sagredo? Ich möchte Euch nicht erst lehren, was Ihr schon wißt, und was Ihr mir noch eben ganz richtig definiert habt.

Sagr. Die Definition, die ich angeführt habe, lautete, daß die Geschwindigkeiten der Körper gleich genannt werden dürfen, wenn die von ihnen zurückgelegten Wege sich verhalten wie die Zeiten, in welchen sie zurückgelegt werden. Soll also diese Definition hier gelten, so müßte die Zeit für das Fallen längs CA zu der Zeit des freien Falls längs CB dasselbe Verhältnis haben, wie die Linie CA selbst zur Linie CB . Nur begreife ich nicht, wie dies möglich ist, sobald die Bewegung längs CB rascher ist als längs CA .

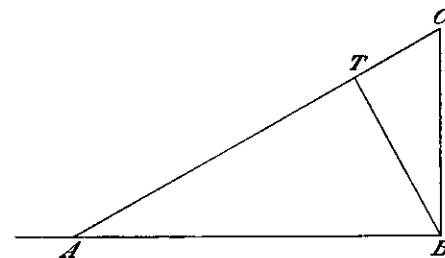
Salv. Und gleichwohl sollt und müßt Ihr es begreifen. Sagt mir doch: findet bei diesen Bewegungen nicht eine fortwährende Beschleunigung statt?

Sagr. Ja; aber eine größere Beschleunigung in der senkrechten als in der schiefen Richtung.

Salv. Ist nun aber jene Beschleunigung in der senkrechten Richtung so groß im Vergleich zu der in schräger Richtung stattfindenden, daß, an welcher Stelle auch immer auf den beiden Linien gleiche Stücke angenommen werden, die Bewegung längs des senkrechten Stücks rascher sein muß als längs des schiefen?

Sagr. O nein. Ich kann vielmehr auf der schrägen Linie eine Strecke annehmen, auf welcher die Geschwindigkeit sehr viel größer ist als auf einer anderen ebenso großen Strecke der senkrechten Linie. Ich brauche nur die Strecke auf der senkrechten Linie in der Nähe des Endpunktes C , die Strecke auf der schiefen Linie hingegen recht weit davon entfernt anzunehmen.

Salv. Die Behauptung also, die Bewegung längs der Senkrechten sei schneller als längs der schiefen Linie, erweist sich nicht als allgemein richtig, wie Ihr seht. Sie gilt nur bei Bewegungen, die vom Anfangspunkte, also von der Ruhelage, ihren Ausgang nehmen. Ohne diese Klausel wäre die Behauptung dermaßen falsch, daß ihr Gegenteil ebenso gut wahr sein könnte, nämlich daß die Bewegung auf der schiefen Ebene schneller ist, als in senkrechter Richtung: denn man kann auf der schiefen Linie eine Strecke annehmen, die in kürzerer Zeit durchlaufen wird, als eine ebenso große Strecke auf der Senkrechten. Da also die Bewegung auf der schiefen Ebene an einigen Stellen schneller, an anderen weniger schnell ist als auf der Senkrechten, so wird an gewissen Stellen der schiefen Ebene die Zeit der Bewegung des Körpers zu der Zeit der Bewegung des Körpers an gewissen Stellen der Senkrechten ein größeres Verhältnis haben als die entsprechenden zurückgelegten Wege; an anderen Stellen hingegen wird das Verhältnis der Zeiten kleiner sein als das der zugehörigen Wege. Es mögen z. B. von der Ruhelage, also vom Punkte C aus zwei bewegliche Körper sich in Bewegung setzen, der eine längs der Senkrechten CB , der andere längs der schiefen Linie CA . In der Zeit, wo der eine Körper die ganze Strecke CB zurückgelegt hat, wird der andere das kleinere Stück CT zurückgelegt haben. Die Dauer der Bewegung auf CT wird also zur Dauer der Bewegung auf CB — weil diese beiden Zeiten gleich sind — ein größeres Ver-



hältnis haben als die Linie CT zu CB , da ein und dieselbe Gröfse zu einer kleineren ein größeres Verhältnis hat als zu einer größeren.²⁹⁾ Wenn man umgekehrt auf der nötigenfalls zu verlängernden Linie CA eine Strecke gleich CB annimmt, die aber in kürzerer Frist passiert wird, so würde die Zeit für Durchmessung der schiefen Strecke zu der für Zurücklegung der senkrechten ein kleineres Verhältnis haben als jene Strecke zu dieser. Da wir uns also auf den beiden Linien Strecken nebst den entsprechenden Geschwindigkeiten denken können derart, daß die Verhältnisse der Strecken zu einander teils kleiner teils größer sind als die Verhältnisse der entsprechenden Zeiten, so können wir wohl vernünftigerweise zugeben, daß auch Strecken vorhanden sind, auf welchen die zur Bewegung erforderlichen Zeiten dasselbe Verhältnis bewahren wie die Strecken selbst.

Sagr. Mein größtes Bedenken ist jetzt gehoben und ich begreife nicht blofs die Möglichkeit, sondern geradezu die Notwendigkeit dessen, was mir vorher ein Widerspruch schien. Ich verstehe aber einstweilen noch nicht, daß zu diesen möglichen oder notwendigen Fällen der hier vorliegende gehört. Es müßte sich herausstellen, daß die Fallzeit längs CA zur Zeit des freien Falls längs CB sich ebenso verhält wie die Linie CA zu CB , damit man ohne Widerspruch soll sagen können, die Geschwindigkeiten längs der schiefen Linie CA und längs der senkrechten CB seien gleich.

Salv. Seid einstweilen zufrieden, daß ich Euch den Unglauben benommen habe; die volle Erkenntnis erwartet ein anderes Mal, wenn Euch die Untersuchungen unseres Akademikers über die räumlichen Bewegungen vorliegen.³⁰⁾ Ihr werdet dort bewiesen finden, daß, wenn der eine Körper die ganze Linie CB durchfallen hat, der andere am Fußpunkte T des von B auf CA gefällten Perpendikels angelangt ist. Um andererseits den Ort des nämlichen senkrecht fallenden Körpers zu finden in dem Augenblicke, wo der andere in A ankommt, errichtet blofs im Punkte A ein Perpendikel auf CA und verlängert es bis zum Schnitt mit CB ; dort wird der gesuchte Punkt liegen. Inzwischen werdet Ihr bemerken, daß es völlig richtig ist, die Bewegung längs CB als rascher zu betrachten wie die längs der schiefen Linie CA — die zu vergleichenden Bewegungen immer vom Ausgangspunkte C an gerechnet — denn die Linie CB ist größer als CT , und ebenso ist die Linie von C bis zum Schnitt mit dem im Punkte A auf CA errichteten Perpendikel größer als CA : darum ist also die Bewegung auf jener rascher als längs CA . Vergleichen wir aber die über die ganze Linie CA erstreckte Bewegung nicht mit der ganzen gleichzeitig stattfindenden Bewegung längs der verlängerten Senkrechten, sondern

blofs mit dem schon in kürzerer Zeit zurückgelegten Teile CB , so ist es sehr wohl angängig, daß der längs CA über T hinaus weiter fallende Körper nach einer solchen Frist in A ankommt, daß, wie CA zu CB , so auch die eine Zeit zur anderen sich verhält.

Wir wollen nun wieder unser erstes Ziel ins Auge fassen und beweisen, daß ein schwerer Körper, der von der Ruhelage ausgeht, bei seinem Falle durch alle die Stufen der Langsamkeit hindurchgehen muß, welche einer später von ihm erreichten Stufe der Geschwindigkeit vorangehen. Wir nehmen dieselbe Figur wiederum vor und erinnern uns, daß nach beiderseitigem Zugeständnis der senkrecht längs CB fallende Körper und der schief längs CA fallende in den Endpunkten B und A mit gleichen Stufen der Geschwindigkeit eintreffen. Wir gehen nun weiter, und ich glaube, Ihr werdet ohne jedes Bedenken zugeben, daß auf einer Ebene, die weniger steil ist als AC , etwa auf AD die Abwärtsbewegung noch langsamer als auf der Ebene AC stattfinden wird. Daher lassen sich, wie nicht im mindesten zu bezweifeln ist, Ebenen von so geringer Neigung gegen den Horizont angeben, daß der bewegte Körper, also die von Anfang an betrachtete Kanonenkugel, erst nach einer vorgegebenen beliebig großen Zeit den Weg bis zum Endpunkte A zurücklegen würde. Um nämlich längs BA dorthin zu kommen, reicht auch unendliche Zeit nicht aus, und die Bewegung wird um so langsamer, je geringer die Steilheit ist. Man muß also unbedingt zugeben, es lasse sich über dem Punkte B ein Punkt in solcher Nähe annehmen, daß die durch ihn und den Punkt A gelegte Ebene von der Kugel auch nicht in einem Jahre zurückgelegt würde. — Nun müßt Ihr noch folgendes wissen. Der Antrieb, mithin der Grad der Geschwindigkeit, welchen die Kugel bei ihrem Eintreffen im Punkte A erreicht hat, ist eine solche, daß, wenn sie von nun ab mit diesem Grade von Geschwindigkeit sich weiter bewegte, d. h. ohne eine Beschleunigung oder eine Verzögerung zu erfahren, sie die doppelte Länge dieser Ebene in einer Zeit zurücklegen würde, die gleich ist der auf der schiefen Ebene verbrachten.³⁰⁾ Wenn nämlich die Kugel etwa in einer Stunde die Ebene passiert hätte und sodann mit dem im Endpunkte A erreichten Grad von Geschwindigkeit fortführe sich zu bewegen, so würde sie in einer weiteren Stunde eine Strecke zurücklegen gleich

