

Physik Mathe Zusammenfassung

Semester I-VI

Adrian Scholand

19. Juli 2023

*Dieses Skript ist inoffiziell und nicht frei von Fehlern
(sowohl inhaltliche Fehler, als auch falsche Notationen).*

*Ich stelle außerdem den Latex-Quellcode hierfür zur Verfügung, falls jemand wissen will, wie
ich Tabellen, Nummerierungen, Glossar, Index usw. erstellt habe.
(Man hätte es vermutlich sehr viel einfacher machen können)*

[Github-Link](#)

*Hier findet ihr auch Python-Code für die Physik-Praktika von mir.
(Derzeitig P2 und etwas zum P3)*

*Das Dokument wurde zwar von mir geschrieben, verwendet jedoch Definitionen und Texte, die
teilweise direkt von den Quellen übernommen/kopiert wurden.*

*U.A. aus den Skripten von Dr. Thoralf Räscher zu linearer Algebra und Analysis und den
Mathe-Vorlesung von Dr. Illia Karabash.*

*Für den LaTeX-Code habe ich oft Chat-GPT verwendet (Das funktioniert manchmal ganz gut,
aber häufig ist es besser bei Stackexchange oder Stackoverflow nachzuschauen)*

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Examples	9
1.1 Boxen	9
1.1.1 Rote Box	9
1.1.2 Definition	9
1.1.3 Satz	9
1.1.4 Theorem	9
1.1.5 Korollar	9
1.1.6 Lemma	9
1.1.7 Bemerkung	9
1.1.8 Ergänzung	9
1.1.9 Beispiel	9
1.1.10 Ausblick	9
1.2 References	10
1.3 Book Citations	10
1.4 Indexes	10
1.5 Glossary	10
1.6 Mathe	11
1.6.1 Mathmodes	11
1.6.2 innerhalb von Gleichungen	12
1.6.3 Gleichungen in Tabellen	12
1.6.4 Special Characters	12
1.7 Tables	13
1.7.1 Columntypes	13
1.7.1.1 m-columns	13
1.7.1.2 p-columns	13
1.7.2 Spacing	13
1.7.2.1 4-2-2 p-Table no spacing	13
1.7.2.2 4-2-2 p-Table with spacing	13
1.7.2.3 4-4-2 m-Table no spacing	13
1.7.2.4 4-4-2 m-Table with spacing	13
1.7.2.5 1-1 m-Table with no gaps	14
1.7.3 Equations in Tabeles	14
1.7.3.1 Equations in Table with numbering and large spacing	14
1.7.3.2 m-Table with equations	14
1.7.3.3 p-Table with equations	14
1.7.4 Captions	15
1.7.4.1 Centered table with centered caption	15

1.7.4.2	Left-aligned table with centered caption	15
1.7.4.3	Left-aligned table with left-aligned caption	15
1.7.4.4	Minipage manual work-around for: Left-aligned table with relative centered caption	15
1.7.4.5	Workaround for tabular without table	15
1.7.5	Tables next to other things	15
1.7.5.1	Two tables next to each other with tabular in parbox in table	15
1.7.5.2	Table next to text with tabular in minipage in table	16
1.7.5.3	Two tables next to each other with tabular in minipage in table	16
1.7.5.4	Three tables or texts next to each other with tabular in mini- page in table	16
1.7.5.5	Text next to text with minipage and no gaps	16
1.7.5.6	Table next to table with tabular in minipage	16
1.7.5.7	Three tables next to each other with subtable in table	16
2	Highlighting	17
3	Ruler	18
4	Newton'sche Mechanik	19
5	Lagrangeformalismus	20
5.1	Lagrangegleichungen	20
5.1.1	Lagrangegleichungen	20
5.1.2	Euler-Lagrange-Gleichungen	20
5.1.3	Zwangskraft	20
5.1.4	Zwangsbedingungen	20
6	Hamiltonformalismus	21
6.1	Hamiltongleichungen	21
6.1.1	Hamiltonsches Prinzip	21
6.1.2	Hamilton Funktion	21
7	Noether-Theorem	22
7.1	Noether-Theorem	22
7.2	Invarianzbedingung	22
8	Theo 1	23
8.1	konservative Kraft	23
8.2	Bewegungsgleichung	23
8.3	Koordinatensysteme	23
8.4	Galilei-Transformation	23
8.5	kanonisch konjugierter Impuls	23
8.6	harmonischer Oszillator	23
8.7	anharmonischer Oszillator	23
8.8	Trägheitsmoment	23
8.9	Trägheitstensor	23
8.10	Drehimpuls	23

8.11	zyklische Koordinaten	24
8.12	Keplerschen Gesetze	24
8.13	Newtons Theorem	24
8.14	starrer Körper	24
8.15	Störungstheorie	24
8.16	Lagrange-Multiplikator	24
8.17	generalisierte Koordinaten	24
8.18	Variation von Wirkung	24
8.19	Legendre-Polynom	24
8.20	Legendre-Transformation	24
8.21		24
9	Mathe Basics	25
9.1	Symbole	25
9.1.1	Symbole	25
9.2	Limes	25
9.2.1	Limes	25
9.2.2	punktweiser Limes	25
9.3	Topologie	26
9.3.1	Gebiet	26
9.3.2	Topologie	26
9.3.3	Topologischer Raum	26
9.3.4	Metrik	26
9.3.5	Metrischer Raum	26
9.3.6	Norm	26
9.3.7	Normierter Raum	26
9.3.8	Euklidischer Raum	26
9.4	Vektorrechnung	26
9.4.1	Vektor	26
9.4.2	Matrizen	27
9.4.2.1	Matrix	27
9.4.2.2	Transponieren	27
9.4.2.3	Matrix-Multiplikation	27
9.4.2.4	Ableitung einer Matrix	27
9.4.2.5	Jacobi-Matrix	27
9.5	Mengenlehre	28
9.5.1	Menge	28
9.5.2	Operatoren (Mengen)	28
9.5.3	Gruppe	28
9.5.4	Abelsche Gruppe	28
9.5.5	Körper	28
9.5.6	Vektorraum	29
9.5.7	Untervektorraum	29
9.5.8	Raum (Allgemein)	29
9.5.9	Familie	29
9.5.10	Offenheit (Menge)	29
9.5.11		29

9.5.12	Kompaktheit	30
9.5.13	Komlement	30
9.6	Fun Fact	30
9.6.1	Russels Paradox	30
10	Undefinierte Begriffe	31
10.1	Mathe	31
10.1.1	Intervall	31
10.1.2	Verknüpfung	31
10.1.3	Magma	31
10.1.4	Assoziativgesetz	31
10.1.5	neutrales Element	31
10.1.6	inverses Element	31
10.1.7	Kommutativgesetz	32
10.1.8	Distributivgesetz	32
10.1.9	Dimension	32
10.1.10	Algebraische Struktur	32
10.1.11	Younsche Ungleichung	32
10.1.12	Funktional	32
10.1.13	zusammenhängend	32
10.1.14	Wegzusammenhängend	32
10.1.15	Abbildung	32
10.1.16	Beschränkte Menge	32
10.1.17	Supremum	33
10.1.18	Infimum	33
10.1.19	Ableitung	33
10.1.20	partielle Ableitung	33
10.1.21	totale Ableitung	33
10.1.22	Abbildung	33
10.1.23	lineare Abbildung	33
10.1.24	Gleichungssysteme	33
10.1.25	Gaußsches Eliminationsverfahren	33
10.1.26	Differentialgleichungen	33
10.1.27	Stetige Funktion	33
10.1.28		34
10.1.29		34
10.1.30		34
10.1.31		34
10.1.32		34
10.1.33		34
10.1.34		34
10.1.35		34
10.2	Theo	35
10.2.1	Kinetische Energie	35
10.2.2	Potentielle Energie	35
10.2.3	Gradientenfeld	35
10.2.4	Skalarfeld	35

10.2.5	Kraftfeld	35
10.2.6	Potential	35
10.2.7	Nabla-Operator	35
10.2.8	Laplace-Operator	35
10.2.9	Gradient	35
10.2.10	Divergenz	35
10.2.11	Rotation	35
10.2.12	mathematisches Pendel	36
10.2.13	Doppelpendel	36
10.2.14		36
11	Quellen	37
11.1	LaTeX	37
11.1.1	Basics in LaTeX	37
11.1.2	Page-Layout	37
11.1.2.1	Headers and Footers	37
11.1.2.2	Dedication	37
11.2	Textboxen	37
11.3	Boxes	38
11.3.1	Numbering	38
11.3.2	Counter reset	38
11.3.3	Sectioning	38
11.4	Math	38
11.4.1	Allgemein	38
11.4.2	Alignment	38
11.4.3	Matrizen	38
11.4.4	Environments	39
11.4.5	Vertical line	39
11.4.6	Brackets	39
11.4.7	Tags	39
11.4.8	Symbols	39
11.5	Tables	39
11.5.1	Caption	39
11.5.2	Equations in tables	40
11.5.3	Multirow and Multicoloumn	40
11.5.4	Multiple Tables	40
11.5.5	Spacing	40
11.5.6	Column-types	40
11.6	Figures	40
11.6.1	Source in list of figures	40
11.7	Glossary	41
11.7.1	Allgemein	41
11.7.2	Style	41
11.7.3	Hyperref	41
11.8	Index	41
11.8.1	Hyperref link word to Index	41
11.8.2	Style	41

11.9 Hyperref	41
11.9.1 Fixing labels with phantomsection	41
11.10 Extra	42
11.10.1 Lightning-symbol	42
11.10.2 Highlighting	42
11.11 Just in Case	42
11.11.1 Sheet music	42
11.12 Inhalt	42
11.12.1 Heiracy Theorem Lemma Corollary	42
Stichwortverzeichnis	43
Tabellenverzeichnis	46
Abbildungsverzeichnis	47
Literatur	48

1 Examples

1.1 Boxen

1.1.1 Rote Box

Merkkasten, wenn nicht klar ist, ob es eine Definition, oder ein Satz ist.

Definition 1.1.2

Grundlegende Definition eines Begriffes. Meist so grundlegend, dass es keinen Beweis gibt (manchmal wie ein Axiom)

Satz 1.1.3

Wahre Aussage, die etwas weniger wichtig ist

Theorem 1.1.4

Aussage, die bewiesen ist

Korollar 1.1.5

Wahre Aussage, die direkt aus Definitionen oder Theoremen folgt.

Lemma 1.1.6

Wahre Aussage, die verwendet wird, um andere Dinge zu beweisen.

Bemerkung 1.1.7

Achtung!

Ergänzung 1.1.8

Interessantes

Beispiel 1.1.9

Beispiel

Ausblick 1.1.10

Interessantes, das aber noch nicht wichtig ist

1.2 References

Referenz zu: [Ausblick](#)

Referenz zu: [Lemma](#)

1.3 Book Citations

Mathe für Physiker I¹

Mathe für Physiker II²

1.4 Indexes

To solve various problems in physics, it can be advantageous to express any arbitrary piecewise-smooth function as a Fourier Series composed of multiples of sine and cosine functions.

1.5 Glossary

gls: [example](#)

acrlong: [Portable Document Format](#)

acrshort: [PDF](#)

acrfull: [Portable Document Format \(PDF\)](#)

with Hyperlink: [PDF](#)

without Hyperlink: PDF

again with Hyperlink: [PDF](#)

¹Helmut Fischer und Helmut Kaul. *Mathematik für Physiker Band 1*. Deutsch. 8. Aufl. 2018. ISBN: 978-3-662-56561-2. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56561-2>.

²Helmut Fischer und Helmut Kaul. *Mathematik für Physiker Band 2*. Deutsch. 4. Aufl. 2014. ISBN: 978-3-658-00477-4. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-00477-4>.

1.6 Mathe

1.6.1 Mathmodes

`$... $`
 $x + y = z$

`$$... $$`

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2}$$

`\[... \]` mit `\tag{manual_tag}`

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2} \quad (*)$$

`\begin{equation} ... \end{equation}`

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2} \quad (1.1)$$

`\begin{align} ... \end{align}` mit `"&="` Wie eine Tabelle

$$\begin{array}{ll} x = y & w = z \\ 2x = -y & 3w = \frac{1}{2}z \\ -4 + 5x = 2 + y & w + 2 = -1 + w \end{array}$$

`\begin{gather} ... \end{gather}`

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (1.2)$$

$$y = mx + b \quad (1.3)$$

`$$\begin{gathered} ... \end{gathered}$$`

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a^2 = c^2 - b^2$$

Other equations

`\begin{cases} ... \end{cases}`

$$f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{if } x < 0 \\ 0 & \text{if } x = 0 \\ x & \text{if } x > 0 \end{cases} \quad (1.4)$$

1.6.2 innerhalb von Gleichungen

$$a \overset{\text{above}}{=} b \underset{\text{below}}{=} c \overset{\text{above}}{=} d \overset{\text{3dim.}}{\underset{\text{below}}{=}} e \quad (1.5)$$

$$\underbrace{F(x)}_{\text{Stammfunktion}} = \int_{-\infty}^{\infty} \underbrace{f(x)}_{\text{Funktion}} dx \quad (1.6)$$

$$\underbrace{F(x)}_{\text{Stammfunktion}} = \int_{-\infty}^{\infty} \underbrace{f(x)}_{\text{Funktion}} dx \quad (1.7)$$

1.6.3 Gleichungen in Tabellen

Left-aligned equations with numbering tag in a table m-column

$a = \frac{1}{2} \quad (1.8)$	$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0 \quad (1.9)$
-------------------------------	--

Left-aligned equations with numbering tag in a table p-column

$a = \frac{1}{2} \quad (1.10)$	$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0 (1.11)$
--------------------------------	---

1.6.4 Special Characters

$O(t^2), \mathcal{O}(t^2)$

\mathbb{K}

\mathbb{N}

\mathbb{Q}

\mathbb{R}

\mathbb{C}

\mathcal{L}

\mathcal{H}

1.7 Tables

1.7.1 Columntypes

1.7.1.1 m-columns

Centered vertically and Left-aligned horizontally

Cell 1	Cell 2
Cell 3	Cell 4 is ve- ry long

1.7.1.2 p-columns

Top-aligned vertically and Left-aligned horizontally

Cell 1	Cell 2
Cell 3	Cell 4 is ve- ry long

1.7.2 Spacing

1.7.2.1 4-2-2 p-Table no spacing

1	2	3
4	5	6

1.7.2.2 4-2-2 p-Table with spacing

`\[2ex]` and `\rule{0pt}{4.2ex}`

1	2	3
4	5	6

1.7.2.3 4-4-2 m-Table no spacing

1	2	3
4	5	6

1.7.2.4 4-4-2 m-Table with spacing

`\[2ex]` and `\rule{0pt}{4.2ex}` does not work correctly

1	2	3
4	5	6

1.7.2.5 1-1 m-Table with no gaps

@{.}. very useful as a tabulartor-alternative

some text no gap or indentation to the text

some text

no gap

 or indentation to the text

some text no gap or indentation to the text

1.7.3 Equations in Tabela

1.7.3.1 Equations in Table with numbering and large spacing

Continuity	$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 \quad (1.12)$
x-momentum	$\frac{(\partial \rho u)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \nabla \cdot (\mu \nabla u) + S_{Mx} \quad (1.13a)$
y-momentum	$\frac{(\partial \rho v)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \nabla \cdot (\mu \nabla v) + S_{My} \quad (1.13b)$
z-momentum	$\frac{(\partial \rho w)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho w \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \nabla \cdot (\mu \nabla w) + S_{Mz} \quad (1.13c)$

1.7.3.2 m-Table with equations

(\$...\$) and spacing using: `\\[0.7cm]` and many `\rule{0pt}{0.9cm}`

Oft auch:	$J_f(a)$	$Df(a)$	$\frac{\partial f}{\partial x}(a)$	$\frac{\partial(f_1, \dots, f_m)}{\partial(x_1, \dots, x_n)}$
-----------	----------	---------	------------------------------------	---

1.7.3.3 p-Table with equations

(\$...\$) and spacing using: `\\[2.5ex]` and just one `\rule{0pt}{4.7ex}`

Oft auch:	$J_f(a)$	$Df(a)$	$\frac{\partial f}{\partial x}(a)$	$\frac{\partial(f_1, \dots, f_m)}{\partial(x_1, \dots, x_n)}$
-----------	----------	---------	------------------------------------	---

1.7.4 Captions

1.7.4.1 Centered table with centered caption

Cell 1	Cell 1
Cell 2	Cell 2

Tabelle 1.1: Caption 1

1.7.4.2 Left-aligned table with centered caption

Cell 1	Cell 1
Cell 2	Cell 2

Tabelle 1.2: Caption 2

1.7.4.3 Left-aligned table with left-aligned caption

Cell 1	Cell 1
Cell 2	Cell 2

Tabelle 1.3: Caption 3

1.7.4.4 Minipage manual work-around for: Left-aligned table with relative centered caption

Cell 1	Cell 2
Cell 3	Cell 4

Tabelle 1.4: Caption 4

1.7.4.5 Workaround for tabular without table

```
\captionsetup{justification=raggedright,singlelinecheck=false}
\captionof{table}{mycaption}
```

1.7.5 Tables next to other things

1.7.5.1 Two tables next to each other with tabular in parbox in table

1	2	3
4	5	6

Tabelle 1.5: Caption 5 Left Table

1	2	3	4
5	6	7	8

Tabelle 1.6: Caption 6 Right Table

1.7.5.2 Table next to text with tabular in minipage in table

1	2	3
4	5	6

Some text instead of a table. Some text instead of a tabl. Some text instead of a table.

Tabelle 1.7: Caption 7

1.7.5.3 Two tables next to each other with tabular in minipage in table

1	2	3
4	5	6

Tabelle 1.8: Caption 8 Left Table

1	2	3	4
5	6	7	8

Tabelle 1.9: Caption 9 Right Table

1.7.5.4 Three tables or texts next to each other with tabular in minipage in table

1	2	3
4	5	6

Tabelle 1.10: Caption 10
Left Table

Some text instead of a table.
Some text instead of a table.
Some text instead of a table.

1	2	3	4
5	6	7	8

Tabelle 1.11: Caption 11
Right Table**1.7.5.5 Text next to text with minipage and no gaps**

Some text instead of a table. Some text instead of a table. Some text instead of a table. Some text instead of a table. Some text instead of a table.

Some outside text. Some outside text.

1.7.5.6 Table next to table with tabular in minipage

Some text. Some text. Some text. Some text. Some text. Some text. Some text. Some text.

1	2	3
4	5	6

Tabelle 1.12: Caption 12 Left Table

1	2	3
4	5	6

Tabelle 1.13: Caption 13 Right Table

Some text. Some text. Some text. Some text. Some text. Some text. Some text.

1.7.5.7 Three tables next to each other with subtable in table

1	2	3
4	5	6

(a) Caption 14 Left Table

1	2	3	4
5	6	7	8

(b) Caption 15 Center Table

9	10	11
12	13	14

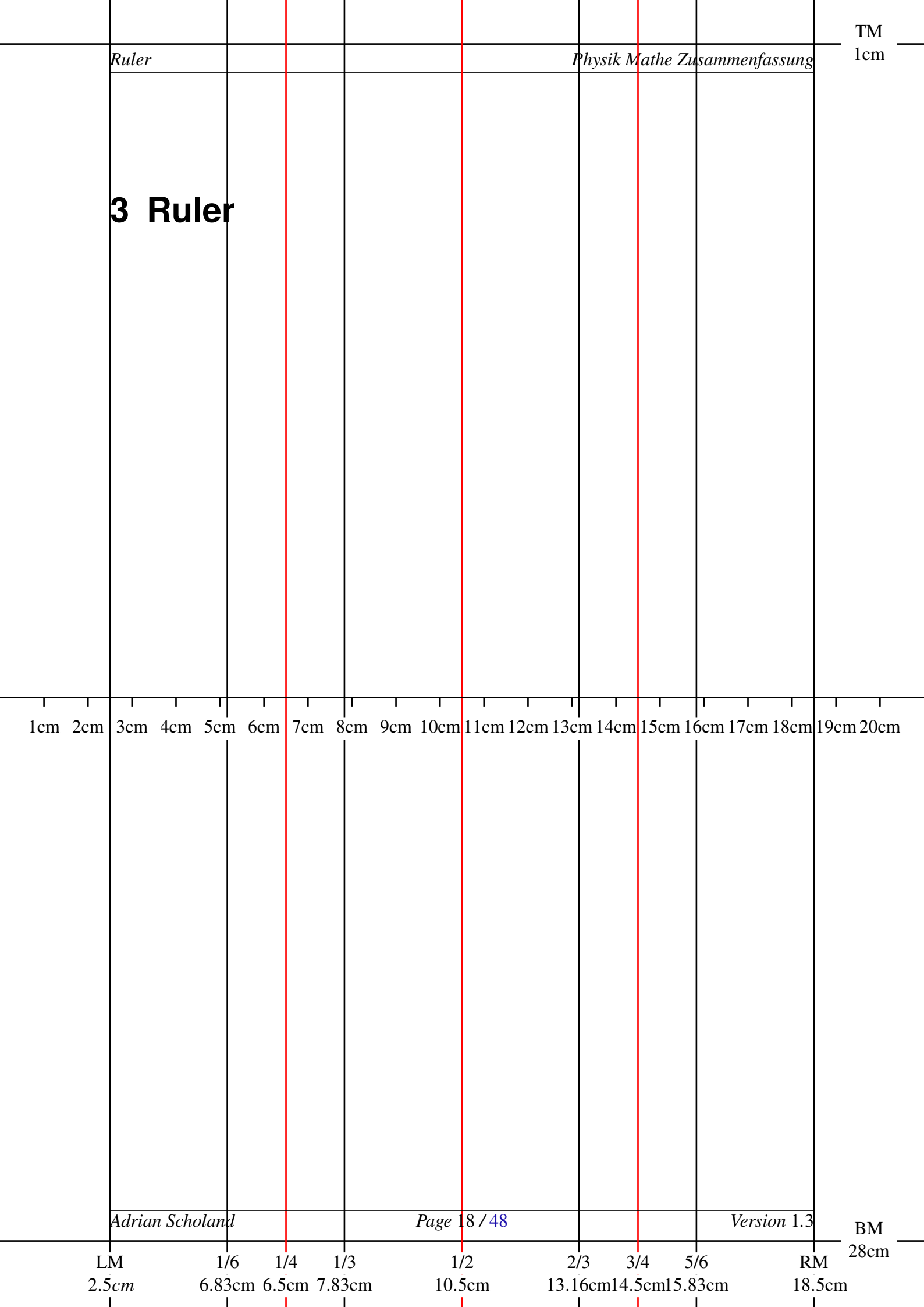
(c) Caption 16 Right Table

Tabelle 1.14: Caption 17 multi-Table

2 Highlighting

white highlighted text: word highlighted textword.

red highlighted text: word **highlighted text**word.



4 Newton'sche Mechanik

$$x = \begin{cases} (x, y, z) & \text{Kartesisch} \\ (r, \phi, z) & \text{Zylinder} \\ (r, \theta, \phi) & \text{Kugel} \end{cases} \quad (4.1)$$

5 Lagrangeformalismus

5.1 Lagrangegleichungen

5.1.1 Lagrangegleichungen

Lagrange-Funktion: $\mathcal{L} := T - V$

\mathcal{L}
(5.1)

T : kinetische Energie V : potentielle Energie

Es gibt Lagrangegleichungen erster und zweiter Art (meistens zweiter Art gemeint)

Erster Art

Zweiter Art

$$m\ddot{\vec{x}} = \vec{F} + \lambda \vec{\nabla} f \quad (5.2)$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} = 0 \quad (5.3)$$

5.1.2 Euler-Lagrange-Gleichungen

Identisch mit den [Lagrange-Gleichungen 2. Art](#)

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} \quad (5.4)$$

5.1.3 Zwangskraft

5.1.4 Zwangsbedingungen

Es gibt verschiedene Arten von Zwangsbedingungen:

- holonome Zwangsbedingung:
Funktion des Ortes und der Zeit: $f(\vec{x}, t) = 0$
- skleronome Zwangsbedingung:
test
- rheonome Zwangsbedingung:
test

6 Hamiltonformalismus

6.1 Hamiltongleichungen

6.1.1 Hamiltonsches Prinzip

something

6.1.2 Hamilton Funktion

$$\mathcal{H} = p \cdot \dot{q} - \mathcal{L} \quad (\text{mit } \mathcal{L} = T - V = E_{kin} - E_{pot}) \quad (6.1)$$

7 Noether-Theorem

7.1 Noether-Theorem

$$\begin{aligned} q_i &\rightarrow q'_i = q_i + \varepsilon \tilde{q}_i(t, q_i, \dot{q}_i) \\ t &\rightarrow t' = t + \varepsilon \tilde{t}(t, q_i, \dot{q}_i) \quad \not\Rightarrow t' = t \end{aligned} \tag{7.1}$$

7.2 Invarianzbedingung

8 Theo 1

8.1 konservative Kraft

8.2 Bewegungsgleichung

8.3 Koordinatensysteme

Kartesische Koordinaten

Zylinderkoordinaten

Kugelkoordinaten

8.4 Galilei-Transformation

8.5 kanonisch konjugierter Impuls

8.6 harmonischer Oszillator

8.7 anharmonischer Oszillator

8.8 Trägheitsmoment

Hauptträgheitsmoment

8.9 Trägheitstensor

8.10 Drehimpuls**8.11 zyklische Koordinaten****8.12 Keplerschen Gesetze****8.13 Newtons Theorem****8.14 starrer Körper****8.15 Störungstheorie**

- Störung
- Störterm

8.16 Lagrange-Multiplikator**8.17 generalisierte Koordinaten**
geeignete generalisierte Koordinaten**8.18 Variation von Wirkung****8.19 Legendre-Polynom****8.20 Legendre-Transformation****8.21**

9 Mathe Basics

9.1 Symbole

9.1.1 Symbole

Symbole:		
Logik	Quantoren	Sonstige
\wedge und	\exists Es existiert (mindestens) ein	\times kartesisches Produkt
\vee oder	\nexists Es existiert kein	\in Element
\neg nicht	\forall Für Alle	\mathbb{Z} zu zeigen
	\nexists für keine	$\nabla, \vec{\nabla}$ Nabla-Operator $\nabla f = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} f$
Mengenlehre	Zahlen	(Ver-) gleich
\emptyset leere Menge	\mathbb{C} Komplexe Zahlen	$=$ gleich \equiv identisch \approx ungefähr
\cup Vereinigung OR	\mathbb{R} Reelle Zahlen	\neq ungleich $::=$ Definition
\cap Schnitt AND	\mathbb{Q} Rationale Zahlen	$<$ kleiner \leq kleinergleich
\setminus Differenz	\mathbb{Z} Ganze Zahlen	$>$ größer \geq größergleich
Δ Kontravalenz (symmetrische Differenz) XOR	\mathbb{N} Natürliche Zahlen	\Leftrightarrow Äquivalenz aus A folgt B und umgekehrt
\subset echte Teilmenge		\Rightarrow Implikation aus A folgt B
\subseteq		

und, oder, nicht, leere Menge, Vereinigung, Schnitt, Kontravalenz, echte Teilmenge, Teilmenge, Quantoren, Existiert, für Alle, für keine, Zahlenmengen, komplexe Zahlen, reelle Zahlen, rationale Zahlen, ganze Zahlen, natürliche Zahlen, kartesisches Produkt, Element, zu zeigen, Nabla-Operator, Laplace-Operator, gleich, identisch, ungleich, Definition, ungefähr, proportional, kleiner, größer, kleinergleich, größergleich, äquivalenz, Implikation, entspricht

9.2 Limes

9.2.1 Limes

Limes

9.2.2 punktwiser Limes

punktwiser Limes

9.3 Topologie

9.3.1 Gebiet

Menge: Offen, wegzusammenhängend, nicht leer

9.3.2 Topologie

9.3.3 Topologischer Raum

9.3.4 Metrik

9.3.5 Metrischer Raum

9.3.6 Norm

9.3.7 Normierter Raum

9.3.8 Euklidischer Raum

9.4 Vektorrechnung

9.4.1 Vektor

$$\text{Zeilenvektor} \quad \vec{r} = (x_1, \dots, x_n) \stackrel{3 \text{ dim.}}{\cong} (x, y, z) \quad (9.1)$$

$$\text{Spaltenvektor} \quad \vec{r} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \stackrel{3 \text{ dim.}}{\cong} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (9.2)$$

9.4.2 Matrizen

9.4.2.1 Matrix

2-dimensinaler **Vektor** (quasi)

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \quad (9.3)$$

9.4.2.2 Transponieren

"Entlang der Diagonalen Spiegeln":

$$\text{Matrix} \quad A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{pmatrix} \quad (9.4) \quad \text{Vektor} \quad (x, y, z)^T = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (9.5)$$

9.4.2.3 Matrix-Multiplikation

Matrix · **Matrix**

$$\begin{aligned} A \cdot B &= \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + a_{13}b_{31} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} + a_{13}b_{32} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} + a_{23}b_{31} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} + a_{23}b_{32} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (9.6)$$

Matrix · **Vektor**

$$A \cdot \vec{x} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z \\ a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z \end{pmatrix} \quad (9.7)$$

Nicht **kommutativ**!: $A \cdot B \neq B \cdot A$

Wikipedia 12.07.23

9.4.2.4 Ableitung* einer Matrix

Gilt nur als **Ableitung** der **linearen Abbildung**: $A \cdot \vec{x}$ **Matrix**: A , **Vektor**: \vec{x}

$$\begin{aligned} f(x) &= A \cdot \vec{x} \\ &= \underbrace{f(x_0 + h) - f(x_0)}_{A \cdot h} \quad -S \cdot h = 0 \\ &= A \cdot h \quad -S \cdot h = 0 \\ S &= A \end{aligned} \quad (9.8)$$

9.4.2.5 Jacobi-Matrix**J**Sei $f : U \subset \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ Alle **partiellen Ableitung** existierenPunkt x im Urbildraum $\mathbb{R}^n : x_1, \dots, x_n \quad a \in U$

$$\mathbf{J}_f(a) := \left(\frac{\partial f_i}{\partial x_j}(a) \right)_{i=1, \dots, m; j=1, \dots, n} = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(a) & \frac{\partial f_1}{\partial x_2}(a) & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(a) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1}(a) & \frac{\partial f_m}{\partial x_2}(a) & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n}(a) \end{pmatrix} \quad (9.9)$$

In den Zeilen stehen also die transponierten Gradienten von f_1, \dots, f_m

$$\text{Oft auch: } J_f(a) \quad Df(a) \quad \frac{\partial f}{\partial x}(a) \quad \frac{\partial(f_1, \dots, f_m)}{\partial(x_1, \dots, x_n)}$$

Wikipedia 28.06.23

9.5 Mengenlehre**9.5.1 Menge****M** $M = \{1, 2, 3, 5, \dots\}$ $\emptyset = \{\}$: leere Menge $A \subseteq B \iff \forall x(x \in A \rightarrow x \in B)$

(A: Teilmenge, B: Obermenge)

9.5.2 Operatoren (Mengen)

• Vereinigung:

$\cup \quad A \cup B$



• Schnitt:

$\cap \quad A \cap B$



• Differenz:

$\setminus \quad A \setminus B$



• Kontravalenz (symmetrische Differenz):

$\Delta \quad A \Delta B$

**9.5.3 Gruppe****G**Gruppe G ist eine **Menge** G mit einer **Verknüpfung**

4 Axiome:

- **Assoziativgesetz**
- **neutrales Element**
- **inverses Element**
- **Abgeschlossenheit**

$a \circ (b \circ c) = (a \circ b) \circ c$

$a \circ e = e \circ a = a$

$a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e$

$\forall a, b \in G : a \circ b = c : c \in G$

$a, b, c \in G$

$a, e \in G$

$a, a^{-1} \in G$

Häufig als eigenschaft der Verknüpfung: $\circ : G \times G \rightarrow G$ **9.5.4 Abelsche Gruppe**Eine **Gruppe**, in der zusätzlich gilt:

- **Kommutativgesetz**

$a \circ b = b \circ a$

9.5.5 Körper(häufig \mathbb{K} statt K)Eine Menge mit 2 Verknüpfungen $(+, \cdot)$

12 Axiome

Addition $+$		Multiplication \cdot	
<ul style="list-style-type: none"> • Assoziativ • Kommutativ • neutrales Ele. • inverses Ele. 	$a + (b + c) = (a + b) + c$	<ul style="list-style-type: none"> • Assoziativ • Kommutativ • neutrales Ele. • inverses Ele. 	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
	$a + b = b + a$		$a \cdot b = b \cdot a$
	$a + 0 = a$		$a \cdot 1 = a$
	$a + (-a) = 0$		$a \cdot a^{-1} = 1$
• Distributiv	$a \cdot (b + c) = ab + ac$	(beidseitig) als 2 Axiome gezählt	
• $nE_{add} \neq nE_{mult}$			
• Abgeschlossenheit			

9.5.6 VektorraumEine Menge mit 2 Verknüpfungen $(+, \cdot)$ über den Körper K mit $a, b \in K$

8 Axiome

Vektoraddition $+$		Skalarmultiplication \cdot	
<ul style="list-style-type: none"> • Assoziativ • Kommutativ • neutrales Ele. • inverses Ele. 	$\vec{u} + (\vec{v} + \vec{w}) = (\vec{u} + \vec{v}) + \vec{w}$	<ul style="list-style-type: none"> • Distributiv • Distributiv • Assoziativ • neutrales Ele. 	$\alpha \cdot (\vec{u} + \vec{v}) = (\alpha \cdot \vec{u}) + (\alpha \cdot \vec{v})$
	$\vec{u} + \vec{v} = \vec{v} + \vec{u}$		$(\alpha + \beta) \cdot \vec{v} = (\alpha \cdot \vec{v}) + (\beta \cdot \vec{v})$
	$\vec{v} + 0 = \vec{v}$		$(\alpha \cdot \beta) \cdot \vec{v} = \alpha \cdot (\beta \cdot \vec{v})$
	$\vec{v} + (-\vec{v}) = 0$		$1 \cdot \vec{v} = \vec{v}$
	$\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}, 0, -\vec{v} \in V$		$\alpha, \beta, 1 \in K$

9.5.7 Untervektorraum• $U \subseteq V$ • $U \neq \emptyset$

• $\forall u, v \in U : \quad u + v \in U$
 • $\forall v \in U, \forall \alpha \in \mathbb{K} : \quad \alpha \cdot v \in U$

 U : Untervektorraum, V : Obervektorraumabgeschlossen bzgl. $+, \cdot$ **9.5.8 Raum (Allgemein)**

• Eine Menge mit einer algebraischen Struktur.

• Räume haben eine Dimension

9.5.9 Familie

Eine Menge deren Elemente alle eine gemeinsame Eigenschaft haben.

9.5.10 Offenheit (Menge)

Meistens: Menge ohne Rand

Offenheit und Abgeschlossenheit schließen sich nicht zwingend aus.

9.5.11 Abgeschlossenheit (Menge)

Teilmenge eines **topologischen Raumes** deren Komplement offen ist.

Meistens: Menge mit Rand

Offenheit und **Abgeschlossenheit** schließen sich nicht zwingend aus.

Wikipedia 06.07.23

9.5.12 Kompaktheit

Abgeschlossen und beschränkt Wikipedia 06.07.23

9.5.13 Komplement

Obermenge ohne die **Teilmenge**.

$B \setminus A := \{x \in B \mid x \notin A\}$ ("B ohne A")

Wikipedia 06.07.23

9.6 Fun Fact**9.6.1 Russels Paradox**

Die **Menge** aller **Mengen**, die sich nicht selbst enthalten \neq

Wikipedia 26.06.23

10 Undefinierte Begriffe

10.1 Mathe

10.1.1 Intervall

- Abgeschlossen: $[a, b] \quad := \{a \leq x \leq b\}$
- Offen: $(a, b) \quad :=]a, b[\quad := \{a < x < b\}$
- Halboffen (linksseitig): $(a, b] \quad :=]a, b] \quad := \{a < x \leq b\}$
- Halboffen (rechtsseitig): $[a, b) \quad := [a, b[\quad := \{a \leq x < b\}$

Topologie: Ein Intervall ist ein Beispiel für eine [zusammenhängende Menge](#)

10.1.2 Verknüpfung

 $\circ : a \circ b$

Relation zweier unabhängiger Variablen

• Innere Verknüpfung:

Ergebnis ist Teil beider Mengen $1\text{m} + 2\text{m} = 3\text{m}$ mit $1\text{m}, 2\text{m} \in L$

• Äußere Verknüpfung 2.Art:

Ergebnis ist nicht Teil der Mengen $1\text{m} \cdot 2\text{m} = 2\text{m}^2$ mit $1\text{m}, 2\text{m} \in L \mid 2\text{m}^2 \in A$

• Äußere Verknüpfung 1.Art:

Ergebnis ist Teil einer der Mengen $3 \cdot 5\text{m} = 15\text{m}$ mit $5\text{m}, 15\text{m} \in L \mid 3 \in \mathbb{R}$

[Wikipedia 26.06.23](#)

10.1.3 Magma

(auch: **Guppoid** , **Binar** oder **Operativ**)

Eine [Menge](#) mit eine [Verknüpfung](#) von 2 beliebigen Elementen dieser Menge, die auch Teil der Menge ist ([Abgeschlossenheit](#))

[Wikipedia 26.06.23](#)

10.1.4 Assoziativgesetz

$$a \circ (b \circ c) = (a \circ b) \circ c \quad \text{mit } a, b, c \in M$$

10.1.5 neutrales Element

e oder nE

nE

Sei (S, \circ) ein [Magma](#)

• **linksneutral:** $e \circ a = a \quad \forall a \in S$

• **rechtsneutral:** $a \circ e = a \quad \forall a \in S$

Neutrales Element der Addition: 0 (in \mathbb{R})

Neutrales Element der Multiplikation : 1 (in \mathbb{R})

[Wikipedia 26.06.23](#)

10.1.6 inverses Element

$$a \circ a^{-1} = e$$

10.1.7 Kommutativgesetz

$$a \circ b = b \circ a$$

10.1.8 Distributivgesetz

10.1.9 Dimension

10.1.10 Algebraische Struktur

10.1.11 Younsche Ungleichung

Für $a, b \geq 0$, wenn $p, q > 1$ und $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$

$$ab \leq \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q} \quad (10.1)$$

[Wikipedia 03.07.23](#)

10.1.12 Funktional

Sei V ein \mathbb{K} -Vektorraum mit $\mathbb{K} \in \{\mathbb{R}, \mathbb{C}\}$.

Ein Funktional ist eine Abbildung $T : V \rightarrow \mathbb{K}$

10.1.13 zusammenhängend

10.1.14 Wegzusammenhängend

10.1.15 Abbildung

$$M \rightarrow N \quad (10.2)$$

10.1.16 Beschränkte Menge

Menge mit oberer und unterer Schranke

10.1.17 Supremum

größte obere Schranke

10.1.18 Infimum

kleinste obere Schranke

10.1.19 Ableitung

10.1.20 partielle Ableitung

10.1.21 totale Ableitung

10.1.22 Abbildung

Ableitung nach nur einer der Variablen

10.1.23 lineare Abbildung

[Wikipedia 12.07.23](#)

10.1.24 Gleichungssysteme

Unterbestimmt, Überbestimmt

10.1.25 Gaußsches Eliminationsverfahren

10.1.26 Differentialgleichungen

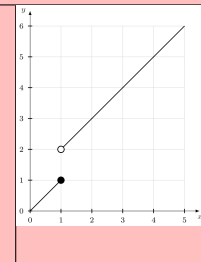
DGL

10.1.27 Stetige Funktion

Funktion ohne Lücken: \mathbb{C}^1 (\mathbb{C} engl. "continuous")

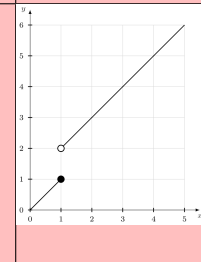
Funktion mit Unstetigkeitsstelle

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{wenn } x \leq 1 \\ x + 1, & \text{wenn } x > 1 \end{cases}$$



Funktion mit Unstetigkeitsstelle

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{wenn } x \leq 1 \\ x + 1, & \text{wenn } x > 1 \end{cases}$$



10.1.28

10.1.29

10.1.30

10.1.31

10.1.32

10.1.33

10.1.34

10.1.35

10.2 Theo

10.2.1 Kinetische Energie

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$$

10.2.2 Potentielle Energie

Gravitation: $E_{pot} = mgh$

10.2.3 Gradientenfeld

Ordnet jedem Punkt im Raum einen Vektor zu.

10.2.4 Skalarfeld

Ordnet jedem Punkt im Raum ein Skalarfeld zu.

Bsp.: Potentialfeld

10.2.5 Kraftfeld

Ist ein Vektorfeld

10.2.6 Potential

Ist ein Skalarfeld

Oft auch Potentialfeld

10.2.7 Nabla-Operator

∇ oder $\vec{\nabla}$

$$\vec{\nabla} \cdot f = \begin{pmatrix} \frac{d}{dx_1} \\ \vdots \\ \frac{d}{dx_n} \end{pmatrix} \cdot f \stackrel{3 \text{ dim.}}{=} \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} \\ \frac{d}{dy} \\ \frac{d}{dz} \end{pmatrix} \cdot f \quad (10.3)$$

10.2.8 Laplace-Operator

10.2.9 Gradient

10.2.10 Divergenz

10.2.11 Rotation

10.2.12 mathematisches Pendel

Reibungsfrei

Gravitationskraft: $F_G = -mg$

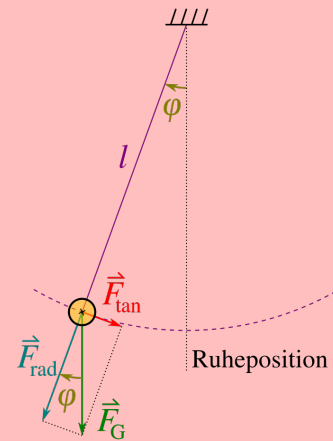


Abbildung 10.1: Pendel

Bewegungsgleichung aus Kräften:

$$\begin{aligned}
 F_{tan} &= -F_G \cdot \sin(\varphi(t)) & || F_G = -mg || F_{tan} &= m \cdot a_{tan} \\
 \Leftrightarrow m \cdot a_{tan} &= -mg \cdot \sin(\varphi(t)) & || a_{tan} &= l \cdot \ddot{\varphi}(t) \\
 \Leftrightarrow m \cdot l \cdot \ddot{\varphi}(t) &= -mg \cdot \sin(\varphi(t)) & || : m || + [g \sin(\varphi(t))] ||: l & \\
 \Leftrightarrow 0 &= \ddot{\varphi}(t) + \frac{g}{l} \sin(\varphi(t)) & \leftarrow \text{Bewegungsgleichung} &
 \end{aligned} \tag{10.4}$$

10.2.13 Doppelpendel

gekoppeltes Pendel

10.2.14

11 Quellen

Hier sind einige de Quellen, die ich verwendet habe:

11.1 LaTeX

11.1.1 Basics in LaTeX

<https://www.amherst.edu/system/files/latextips.pdf>

11.1.2 Page-Layout

11.1.2.1 Headers and Footers

<https://tex.stackexchange.com/questions/79664/header-not-displaying-correctly-on-chapter-page-due-to-subsection>

<https://stackoverflow.com/questions/62234123/remove-chapter-title-from-header-on-all-pages-latex-book-class>

<https://tex.stackexchange.com/questions/70610/how-to-customize-the-page-header-and-the-page-number-of-classicthesis>

https://www.overleaf.com/learn/latex/Headers_and_footers

<https://tex.stackexchange.com/questions/161439/fancyhdr-and-scrreprt>

<https://administrator.de/forum/header-footer-im-latex-anpassen-271376.html>

<https://tex.stackexchange.com/questions/330243/chapter-heading-formatting-with-scrreprt>

<https://tex.stackexchange.com/questions/89287/how-to-put-both-chapter-and-section-name-in-the-header-of-the-page>

11.1.2.2 Dedication

<https://tex.stackexchange.com/questions/319875/how-to-make-dedication-page-and-move-words-to-the-middle>

11.2 Textboxen

<https://tex.stackexchange.com/questions/107491/left-and-right-aligned-text-boxes>

<https://tex.stackexchange.com/questions/544063/how-can-i-set-2-pieces-of-text-next-to-each-other>

11.3 Boxes

11.3.1 Numbering

<https://stackoverflow.com/questions/1004082/theorem-numbering-in-latex>

11.3.2 Counter reset

<https://tex.stackexchange.com/questions/161442/subsubsubsection-count-not-reset-when-starting-a-new-section-subsection-etc>

11.3.3 Sectioning

https://www.overleaf.com/learn/latex/Sections_and_chapters

11.4 Math

11.4.1 Allgemein

https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Advanced_Mathematics

https://www.overleaf.com/learn/latex/Aligning_equations_with_amsmath

<https://tex.stackexchange.com/questions/311737/write-equations-side-by-side>

<https://tex.stackexchange.com/questions/145657/align-equation-left>

<https://stackoverflow.com/questions/2632628/left-align-block-of-equations>

<https://tex.stackexchange.com/questions/74353/what-commands-are-there-for-horizontal-spacing>

11.4.2 Alignment

<https://stackoverflow.com/questions/39522390/decrease-vertical-space-between-align-environment-and-text-content-in-rmarkdown>

<https://tex.stackexchange.com/questions/47400/remove-vertical-space-around-align>

<https://tex.stackexchange.com/questions/517575/tab-spacing-in-align-environment>

https://www.overleaf.com/learn/latex/Spacing_in_math_mode

11.4.3 Matrizen

<https://tex.stackexchange.com/questions/30032/highlighting-diagonal-of-a-square-matrix> <https://tex.stackexchange.com/questions/423547/a-to-draw-a-diagonal-slash-through-an-entire-matrix-in-latex> <https://tex.stackexchange.com/questions/423547/a-matrix-with-vertical-horizontal-and-diagonal-lines>

11.4.4 Environments

<https://tex.stackexchange.com/questions/337351/multiple-lines-one-side-of-equation-with-a-curly-bracket>

<https://tex.stackexchange.com/questions/105635/align-multiline-equation-with-expression-after-equal-sign>

11.4.5 Vertical line

<https://tex.stackexchange.com/questions/449069/insert-a-vertical-line-beside-an-equation>

11.4.6 Brackets

<https://tex.stackexchange.com/questions/44834/how-do-i-put-big-brackets-under-different-parts-of-an-equation-to-attach-text-labels>

11.4.7 Tags

<https://stackoverflow.com/questions/67596814/is-there-a-way-to-label-equations-in-latex-with-words-instead-of-numbers-when-doing>

<https://tex.stackexchange.com/questions/12026/label-equation-with-a-symbol>

<https://tex.stackexchange.com/questions/207532/reset-equation-numbering-after-each-section>

11.4.8 Symbols

<https://garsia.math.yorku.ca/MPWP/LATEXmath/node9.html> <https://tex.stackexchange.com/tags/accents/info>

<https://tex.stackexchange.com/questions/87134/what-is-the-advantage-of-using-f-prime-instead-of-f>

11.5 Tables

11.5.1 Caption

<https://tex.stackexchange.com/questions/275131/align-caption-to-the-left>

<https://stackoverflow.com/questions/73699138/there-is-a-way-to-align-table-captions-to-the-left-in-longtblr-environment>

<https://tex.stackexchange.com/questions/136688/how-to-align-caption-with-table>

<https://tex.stackexchange.com/questions/16128/how-to-force-to-center-the-table-captions>

11.5.2 Equations in tables

<https://tex.stackexchange.com/questions/611919/how-to-fit-long-equations-in-table>
<https://tex.stackexchange.com/questions/386028/equation-and-subequations-numbering-in-table-environment>
<https://tex.stackexchange.com/questions/521422/equation-with-numbering-in-table>
<https://tex.stackexchange.com/questions/560203/best-way-to-put-aligned-equations-in-a-tabular-in-latex>
<https://tex.stackexchange.com/questions/76189/how-to-put-a-formula-into-a-table-cell>
<https://tex.stackexchange.com/questions/77668/size-of-equations-in-tables>

11.5.3 Multirow and Multicoloumn

<https://tex.stackexchange.com/questions/2441/how-to-add-a-forced-line-break-inside-a-table-cell>
<https://www.tablesgenerator.com/>

11.5.4 Multiple Tables

<https://stackoverflow.com/questions/53819902/labeling-side-by-side-tables-in-latex>

11.5.5 Spacing

<https://tex.stackexchange.com/questions/159257/increase-latex-table-row-height>
https://www.sascha-frank.com/Faq/tables_four.html
<https://tex.stackexchange.com/questions/488462/wrap-equation-inside-table-and-remove-blank-space-below-and-above-a-longtable>

11.5.6 Column-types

<https://tex.stackexchange.com/questions/107465/centered-table-with-left-aligned-text>
<https://tex.stackexchange.com/questions/7208/how-to-vertically-center-the-text-of-the-cells>

11.6 Figures

11.6.1 Source in list of figures

<https://tex.stackexchange.com/questions/144218/source-of-image-in-list-of-figures>

11.7 Glossary

11.7.1 Allgemein

<https://www.overleaf.com/learn/latex/Glossaries>

11.7.2 Style

<https://www.dickimaw-books.com/gallery/glossaries-styles/>
<https://tex.stackexchange.com/questions/197222/formatting-for-glossaries>

11.7.3 Hyperref

<https://tex.stackexchange.com/questions/598989/need-two-way-linkage-for-glossaries>
<https://tex.stackexchange.com/questions/73762/one-way-links-to-glossaries>
<https://stackoverflow.com/questions/3180082/how-to-link-to-a-glossary-item-using-package-glossaries>

11.8 Index

11.8.1 Hyperref link word to Index

<https://tex.stackexchange.com/questions/275522/linking-indexed-term-to-index-entry>

11.8.2 Style

<https://tex.stackexchange.com/questions/249128/makeindex-style>
<https://www.overleaf.com/learn/latex/Indices>
<https://latex.org/forum/viewtopic.php?t=22245>

11.9 Hyperref

11.9.1 Fixing labels with phantomsection

<https://tex.stackexchange.com/questions/524201/jump-to-item-not-to-chapter-with-nameref>

11.10 Extra

11.10.1 Lightning-symbol

<https://tex.stackexchange.com/questions/198462/the-lightning-symbol-in-an-equation-environment>

11.10.2 Highlighting

<https://tex.stackexchange.com/questions/621886/highlight-text-with-fcolorbox-without-space>

11.11 Just in Case

11.11.1 Sheet music

<https://divisbyzero.com/2008/09/22/what-is-the-difference-between-a-theorem-a-lemma-and-a-corollary/>

<http://tug.ctan.org/info/latex4musicians/latex4musicians.pdf>

11.12 Inhalt

11.12.1 Heiracy Theorem Lemma Corollary

<https://divisbyzero.com/2008/09/22/what-is-the-difference-between-a-theorem-a-lemma-and-a-corollary/>

<https://users.math.msu.edu/users/duncan42/AxiomNotes.pdf>

Stichwortverzeichnis

A

Abbildung	32, 33
Abelsche Gruppe	28
Abgeschlossenheit (Intervall)	31
Abgeschlossenheit (Menge)	30
Ableitung	33
Ableitung einer Matrix	27
Algebraische Struktur	32
anharmonischer Oszillator	23
Assoziativgesetz	31

B

Beschränkte Menge	33
Bewegungsgleichung	23
Binar	31

D

Differentialgleichungen	33
Differenz (Menge)	28
Dimension	32
Distributivgesetz	32
Divergenz	35
Doppelpendel	36
Drehimpuls	24

E

Euklidischer Raum	26
Euler-Lagrange-Gleichungen	20

F

Familie	29
Fourier Series	10
Funktional	32

G

Galilei-Transformation	23
Gaußsches Eliminationsverfahren	33
Gebiet	26
generalisierte Koordinaten	24
Gleichungssysteme	33
Gradient	35

Gradientenfeld	35
Gruppe	28
Guppoid	31

H

Halboffen (Intervall)	31
Hamilton Funktion	21
Hamiltonsches Prinzip	21
harmonischer Oszillator	23

I

Infimum	33
Intervall	31
Invarianzbedingung	22
inverses Element	32

J

Jacobi-Matrix	28
---------------------	----

K

kanonisch konjugierter Impuls	23
Keplerschen Gesetze	24
Komlement	30
Kommutativgesetz	32
Kompaktheit	30
konservative Kraft	23
Kontravalenz	28
Koordinatensysteme	23
Kartesische Koordinaten	23
Kugelkoordinaten	23
Zylinderkoordinaten	23
Kraftfeld	35
Körper	29

L

Lagrange-Multiplikator	24
Lagrangegleichungen	20
Laplace-Operator	35
Legendre-Polynom	24
Legendre-Transformation	24
Limes	25

lineare Abbildung	33	T	
M		Teilmenge	28
Magma	31	Topologie	26
mathematisches Pendel	36	Topologischer Raum	26
Matrix	27	totale Ableitung	33
Matrix-Multiplikation	27	Transponieren	27
Menge	28	Trägheitsmoment	23
Metrik	26	Hauptträgheitsmoment	23
Metrischer Raum	26	Trägheitstensor	23
N		V	
Nabla-Operator	35	Variation von Wirkung	24
neutrales Element	31	Vektor	26
Newtons Theorem	24	Spaltenvektor	26
Noether-Theorem	22	Zeilenvektor	26
Norm	26	Vektorraum	29
Normierter Raum	26	Obervektorraum	29
O		Untervektorraum	29
Obermenge	28	Vereinigung	28
Offenheit (Intervall)	31	Verknüpfung	31
Offenheit (Menge)	29	W	
Operativ	31	Wegzusammenhängend	32
Operatoren (Mengen)	28	Y	
P		Younsche Ungleichung	32
partielle Ableitung	33	Z	
Potential	35	zusammenhängend	32
Potentialfeld	35	Zwangsbedingungen	20
punktweiser Limes	25	Zwangskraft	20
R		zyklische Koordinaten	24
Raum (Allgemein)	29		
Rotation	36		
Russels Paradox	30		
S			
Schnitt	28		
Skalarfeld	35		
starrer Körper	24		
Stetige Funktion	34		
Störterm	24		
Störung	24		
Störungstheorie	24		
Supremum	33		
Symbole	25		

Glossar

[E](#) | [P](#)

E

example An example glossary entry.

P

PDF Portable Document Format.

Tabellenverzeichnis

1.1	Caption 1	15
1.2	Caption 2	15
1.3	Caption 3	15
1.4	Caption 4	15
1.5	Caption 5 Left Table	15
1.6	Caption 6 Right Table	15
1.7	Caption 7	16
1.8	Caption 8 Left Table	16
1.9	Caption 9 Right Table	16
1.10	Caption 10 Left Table	16
1.11	Caption 11 Right Table	16
1.12	Caption 12 Left Table	16
1.13	Caption 13 Right Table	16
1.14	Caption 17 multi-Table	16
5.1	Lagrange Gleichungen	20

Abbildungsverzeichnis

9.1	Symbole	25
	Urheber: Adrian Scholand	
9.2	Vereinigung	28
	wikimedia no copyright (06.07.2023)	
9.3	Schnitt	28
	wikimedia no copyright (06.07.2023)	
9.4	Differenz	28
	wikimedia no copyright (06.07.2023)	
9.5	Kontravalenz	28
	wikimedia no copyright (06.07.2023)	
	wikimedia GNU Free Documentation License by Martin Thoma (18.07.2023)	
	wikimedia GNU Free Documentation License by Martin Thoma (18.07.2023)	
10.1	Pendel	36
	wikimedia no copyright (06.07.2023)	

Literatur

- [1] Herbert Amann und Joachim Escher. *Analysis 1*. Deutsch. 2. Aufl. 2002. ISBN: 978-3-0348-7794-7. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-7794-7>.
- [2] Herbert Amann und Joachim Escher. *Analysis 2*. English. 2. Aufl. 2008. ISBN: 978-3-7643-7478-5. URL: <https://epdf.tips/analysis-ii-v-2.html>.
- [3] Herbert Amann und Joachim Escher. *Analysis 3*. Deutsch. 2. Aufl. 2008. ISBN: 978-3-7643-8884-3. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-7643-8884-3>.
- [4] Helmut Fischer und Helmut Kaul. *Mathematik für Physiker Band 1*. Deutsch. 8. Aufl. 2018. ISBN: 978-3-662-56561-2. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56561-2>.
- [5] Helmut Fischer und Helmut Kaul. *Mathematik für Physiker Band 2*. Deutsch. 4. Aufl. 2014. ISBN: 978-3-658-00477-4. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-00477-4>.
- [6] Helmut Fischer und Helmut Kaul. *Mathematik für Physiker Band 3*. Deutsch. 4. Aufl. 2017. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-53969-9>.
- [7] Stefan Hildebrandt. *Analysis 2*. Deutsch. 1. Aufl. 2003. ISBN: 978-3-642-18972-2. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-18972-2>.
- [8] Walter Rudin. *Analysis*. Deutsch. 5. Aufl. 2022. ISBN: 978-3-11-075043-0. URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110750430/html>.