

# Das System der Mathematikschrift in der Deutschen Brailleschrift

Nach den Beschlüssen  
vom 30.11.2013  
in Basel

**Version für das Lesen an der Braillezeile  
mit Grafiken  
Brailleschrift als Unicode Braille Patterns**

(Für den Schwarzschriftausdruck  
ist eine eigene Version verfügbar)

Herausgegeben vom  
Brailleschriftkomitee der deutschsprachigen Länder BSKDL  
Unterkommission Mathematikschrift

## Das System der Mathematikschrift in der deutschen Brailleschrift

Diese Systematik erscheint in Schwarz- und Brailleschrift. Ihre unveränderte, vollständige Vervielfältigung zu privaten, nicht-kommerziellen Zwecken ist erwünscht. Das Titelblatt ist Bestandteil des Copyrights.

### Redaktion:

Petra Aldridge, Zürich

Vivian Aldridge, Basel

Günther Kappel, Marburg

Yvonne Samland, Leipzig

### Satz:

Braille- und Schwarzdruck: Vivian Aldridge

1. Auflage 2015

© Brailleschriftkomitee der deutschsprachigen Länder BSKDL

ISBN 978-3-033-04964-2

[www.bskdl.org](http://www.bskdl.org)

# Dank

Dieses Regelwerk wurde dank großzügiger finanzieller Zuwendungen folgender Stiftungen ermöglicht:

Georg und Monique Diem-Schülin-Stiftung

Hans-Eggenberger-Stiftung

Hirschmann-Stiftung

Friedrich und Amalie Meyer-Baumann-Stiftung

Migros-Kulturprozent

Dr. Jean Stieger-Stiftung

Für ihre fachliche Unterstützung danken wir:

Brigitte Betz, Marburg

Reiner Herrmann, Hannover



## **Mitglieder der Unterkommission Mathematikschrift des BSKDL**

Petra Aldridge, Zürich

SBS Schweizerische Bibliothek für Blinde, Seh- und  
Lesebehinderte

Vivian Aldridge, Basel

Sehbehindertenhilfe Basel - SBH

Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogik - VBS

Marlies Bochsler, Zürich

SBS Schweizerische Bibliothek für Blinde, Seh- und  
Lesebehinderte

Richard Heuer gen. Hallmann, Hagen

Arbeitsbereich Audiotaktile Medien der FernUniversität  
in Hagen

Vorsitzender des BSKDL

Günther Kappel, Marburg

Deutsche Blindenstudienanstalt e. V., Marburg - blista

Günther Koos, Marburg

Carl-Strehl-Schule der Deutschen Blindenstudienanstalt  
e. V., Marburg - blista

Ernst-Dietrich Lorenz, Hannover

Deutscher Verein der Blinden und Sehbehinderten in  
Studium und Beruf e. V. - DVBS

Tina Lorig, Düren

LVR-Louis-Braille-Schule Düren, Medienzentrum

Yvonne Samland, Leipzig

Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig (DZB)

Erich Schmid, Wien

Bundes-Blindenerziehungsinstitut - BBI

Blinden- und Sehbehindertenverband Österreich



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
Entwicklung .....	5
Kompaktheit versus Kontextunabhängigkeit .....	6
Neuerungen .....	6
<b>Zum Gebrauch dieses Regelwerks</b> .....	<b>8</b>
Aufbau .....	8
LaTeX .....	9
<b>1 Grundlegende Techniken zur Übertragung von Mathematik</b> .....	<b>10</b>
1.1 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift.....	10
1.1.1 Layout.....	10
1.1.2 An- und Abkündigungszeichen für Mathematikschrift .....	15
1.1.3 An- und Abkündigungszeichen für Textschrift .....	17
1.1.4 Doppelleerzeichentechnik .....	18
1.1.5 Hinweise zum Einsatz der Schriftwechseltechniken .....	20
1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke.....	22
1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung.....	23
<b>2 Ziffern und Zahlen</b> .....	<b>25</b>
2.1 Arabische Ziffern und Zahlen .....	25
2.1.1 Zahlen in Standardschreibweise .....	25
2.1.2 Zahlen in gesenkter Schreibweise .....	27
2.1.3 Dezimalbrüche.....	29
2.1.4 Periodische Dezimalbrüche .....	31
2.1.5 Gliederung langer Zahlen .....	31
2.1.6 Ordnungszahlen, Dezimalklassifikatoren, Daten und Uhrzeiten.....	33
2.2 Römische Zahlen .....	35
<b>3 Buchstaben und Satzzeichen</b> .....	<b>37</b>
3.1 Vorbemerkung zur Kennzeichnung von Buchstaben .....	37
3.2 Groß- und Kleinschreibung lateinischer Buchstaben .....	37

## Inhaltsverzeichnis

---

3.3	Griechische Buchstaben .....	40
3.4	Besondere typografische Auszeichnungen .....	44
3.5	Buchstabenähnliche Symbole .....	47
3.6	Kurzwortsymbole .....	49
3.7	Satzzeichen.....	51
3.8	Text in der Mathematikschrift.....	51
<b>4</b>	<b>Einheiten.....</b>	<b>54</b>
4.1	Kennzeichnung von Einheitensymbolen .....	54
4.2	Prozent, Promille.....	55
4.3	Winkel- und Temperaturmaße .....	55
4.4	Einheitensymbole aus Buchstaben .....	56
4.5	Vergrößerungs- und Verkleinerungspräfixe.....	59
4.6	Währungssymbole.....	61
<b>5</b>	<b>Operations- und Relationszeichen .....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>Klammern und senkrechte Striche .....</b>	<b>72</b>
6.1	Allgemeines zu Klammern .....	73
6.2	Einfache Klammern .....	73
6.3	Spezielle Brailleschriftklammern .....	75
6.4	Mehrzeilige Klammerausdrücke .....	77
6.5	Senkrechte Striche .....	82
6.6	Textklammern in der Mathematik .....	84
<b>7</b>	<b>Pfeile .....</b>	<b>86</b>
7.1	Modulare Pfeile .....	86
7.2	Definierte Pfeile .....	90
7.3	Beschriftung von Pfeilen .....	91
<b>8</b>	<b>Einfache und zusammenfassende Markierungen.....</b>	<b>93</b>
8.1	Einfache Markierungen.....	95
8.2	Zusammenfassende Markierungen .....	98
<b>9</b>	<b>Brüche .....</b>	<b>101</b>
9.1	Zahlenbrüche und gemischte Zahlen .....	101
9.2	Einfache Bruchschreibweise .....	103
9.3	Ausführliche Bruchschreibweise .....	104
9.4	Mehrfachbrüche .....	108
<b>10</b>	<b>Projektivtechnik.....</b>	<b>110</b>
10.1	Einfache Projektive.....	111



## Inhaltsverzeichnis

---

10.2	Verstärkte Projektive .....	113
10.3	Indizes und Exponenten .....	114
10.3.1	Hintere Indizes und Exponenten .....	115
10.3.2	Vordere Indizes .....	119
10.3.3	Indizes aus ganzen Zahlen .....	121
10.4	Wurzeln und Zusätze .....	122
<b>11</b>	<b>Analysis .....</b>	<b>125</b>
11.1	Funktionen .....	126
11.2	Logarithmus- und Exponentialfunktionen .....	127
11.3	Integral- und Differentialrechnung .....	129
<b>12</b>	<b>Mengenlehre .....</b>	<b>132</b>
<b>13</b>	<b>Logik .....</b>	<b>136</b>
<b>14</b>	<b>Geometrie, Trigonometrie und Vektoren .....</b>	<b>138</b>
14.1	Geometrische Symbole .....	138
14.2	Winkel-, Hyperbelfunktionen und Umkehrungen .....	139
14.3	Vektoren .....	142
<b>15</b>	<b>Platzhalter und horizontale Zusammenfassungen .....</b>	<b>146</b>
15.1	Platzhalter .....	146
15.2	Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern .....	147
<b>Anhänge .....</b>		<b>151</b>
<b>A1</b>	<b>Schriftliche Rechenverfahren über mehrere Zeilen .....</b>	<b>151</b>
A1.1	Addition .....	152
A1.2	Subtraktion .....	154
A1.3	Multiplikation .....	155
A1.4	Division .....	156
A1.5	Lineare Addition .....	157
A1.6	Das Lösen von Gleichungen .....	159
<b>A2</b>	<b>Änderungen in der Mathematikschrift .....</b>	<b>160</b>
A2.1	Geänderte Symbole .....	160
A2.2	Neue Symbole .....	161
A2.3	Zahlen .....	162

## Inhaltsverzeichnis

---

A2.4	Exponenten und Indizes .....	162
A2.5	Brüche .....	163
A2.6	Buchstaben .....	163
A2.7	Klammern und senkrechte Striche .....	164
A2.8	Einheiten .....	164
A2.9	Pfeile .....	164
A2.10	Projektivtechnik.....	165
A2.11	Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift.....	165
A2.12	Sonstiges.....	165
<b>A3</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>167</b>
<b>A4</b>	<b>Mathematische Zeichen, geordnet nach der 6-Punkte-Braille-Tabelle .....</b>	<b>171</b>
<b>A5</b>	<b>Alphabetisches Sachregister .....</b>	<b>196</b>

# Vorwort

Das vorliegende Regelwerk ist das Ergebnis einer großen Überarbeitung der deutschen Braillemathematikschrift seit der Entstehung der "Internationalen Mathematikschrift für Blinde". Diese wurde in den 1920er Jahren von Vertretern einiger Länder ausgearbeitet und sorgte dafür, dass die wesentlichen Elemente — Symbole wie auch Darstellungstechniken — eine weitgehende internationale Einheitlichkeit aufwiesen.

Spuren dieser Einheitlichkeit sind ein knappes Jahrhundert später immer noch erkennbar. Auch wenn die chinesische Brailleschrift erwartungsgemäß ganz anders ist als die deutsche, werden Kenner der deutschen Braillemathematikschrift beim Betrachten der chinesischen auf Vertrautes stoßen.

## Entwicklung

Die Brailleschrift wird kontinuierlich neuen Bedürfnissen und Herausforderungen angepasst. Oft werden die Schriften für einzelne Sprachen unabhängig voneinander weiterentwickelt — und mit ihnen die jeweiligen Mathematikschriften. Im Zuge dieser Entwicklungen traten an die Stelle internationaler Gemeinsamkeiten zunehmend voneinander unabhängige, eigenständige Mathematikschriften.

Im deutschen Sprachraum wurde ab den 1950er Jahren eine Überarbeitung vorgenommen und in einem neuen Regelwerk festgehalten (1955, 2. Auflage 1986). Im Laufe der Zeit entstanden jedoch regionale Varianten. So entwickelten sich die Notationen in der BRD und in Österreich, in der DDR und in der Schweiz auseinander. Um die Mathematikschrift für diesen Sprachraum wieder zu vereinheitlichen und somit die Austauschbarkeit mathematischer Literatur nicht weiter einzuschränken, wurde 2006 vom Brailleschriftkomitee der deutschsprachigen Länder eine Unterkommission gebildet.

## **Kompaktheit versus Kontextunabhängigkeit**

Traditionell haben zahlreiche Braillezeichen in der Mathematikschrift andere Werte oder Bedeutungen als in der Textschrift. Eine Umdeutung der 64 möglichen Braillezeichen erlaubt eine sehr kompakte — und daher übersichtliche — Darstellung der mathematischen Notation. Dies mit dem Kompromiss, dass die Braillezeichen erst dann eindeutig sind, wenn sie klar der Mathematik- oder Textschrift zugeordnet werden können.

In verschiedenen Sprachen fand dagegen ein Paradigmenwechsel statt. Durch die Darstellung mathematischer Symbole durch längere Kombinationen von Braillezeichen sind sie sowohl in allgemeinen als auch in mathematischen Kontexten eindeutig. Dabei geht jedoch die Kompaktheit der Wiedergabe verloren.

Die vorliegende Mathematikschrift behält die Trennung in Text- und Mathematikschrift zugunsten der Kürze und Übersichtlichkeit der Darstellung bei. Allerdings konnten Annäherungen an die Textschrift erreicht werden, zum Beispiel in der Kennzeichnung der Groß- und Kleinschreibung.

## **Neuerungen**

"Das System der Mathematikschrift in der deutschen Brailleschrift" gliedert sich in zwei Teile.

Der vorliegende erste Teil beschreibt die Regeln zur Wiedergabe mathematischer Sachverhalte in Brailleschrift. Wesentliche Neuerungen sind im Aufbau zu verzeichnen. Zeichenlisten leiten die jeweiligen Kapitel bzw. Abschnitte ein. Zahlreiche Beispiele verdeutlichen die Umsetzung der Regeln. Ein Glossar klärt spezifische Begrifflichkeiten der Brailleschrift. Hinweise zu schriftlichen Rechenverfahren werden Unterrichtenden den Zugang zur praktischen Arbeit mit der Brailleschrift erleichtern.

Interessant dürfte die zusätzliche Darstellung der Beispiele in LaTeX sein. Ein wichtiges Anliegen ist es, die Richtigkeit der eigenen Interpretation der Brailleschriftbeispiele überprüfen zu können. Dafür steht Sehenden die Schwarzschrift-Darstellung zur Verfügung. Mit der LaTeX-Darstellung wird den Tastlesenden ebenfalls eine Möglichkeit zur Kontrolle angeboten.

Eine grundlegende Neuerung betrifft die Möglichkeit der Kommunikation zwischen den verschiedenen Lesergruppen. Es wurde darauf geachtet, dass die medial unterschiedlichen Ausgaben wie Braille- und Schwarzschrift parallel verwendet werden können. Die Beispiele sind nummeriert und der Text wurde so aufgebaut, dass die Gestaltung in Braille- und Schwarzschrift im Wesentlichen gleich ist.

Den zweiten Teil bildet ein Reliefband, in dem sowohl die taktischen Schwarzschriftsymbole als auch die Brailleentsprechungen sämtlicher mathematischer Zeichen aus dem Regelwerk aufgeführt sind. Damit wird die Kommunikation zwischen blinden, sehbehinderten und sehenden Interessierten erleichtert.

Auf der Website des Brailleschriftkomitees der deutschsprachigen Länder (BSKDL) können weitere Beispiele angesehen und ergänzt werden ([www.bskdl.org](http://www.bskdl.org)).

Die inhaltlichen Neuerungen der Schrift sind im Anhang "A2 Änderungen in der Mathematikschrift" zusammengefasst.

Dieses Regelwerk ist nicht als Lehrwerk konzipiert. Für blinde und sehende Unterrichtende, Übertragende sowie Lesende der Brailleschrift soll diese Handreichung die Grundsätze der Brailleschrift (siehe "System der deutschen Blindenschrift") speziell auf dem Gebiet der Mathematik ergänzen. Es baut also auf dem Grundregelwerk auf und setzt dessen Kenntnis voraus.

Basel, Januar 2015

Im Namen der Unterkommission Mathematikschrift  
des Brailleschriftkomitees der deutschsprachigen Länder  
Das Redaktionsteam

# Zum Gebrauch dieses Regelwerks

## Aufbau

Dieses Regelwerk wird in Braille- und Schwarzschrift herausgegeben. Eine feine Gliederung mit Dezimalklassifikation dient der Orientierung im Werk und erleichtert die Kommunikation bei der Arbeit mit den verschiedenen medialen Ausgabeformen. Die Nummerierung der Beispiele spiegelt diese Gliederung wider.

Einführend werden grundlegende Techniken und Hinweise zur Wiedergabe von Mathematik in der Brailleschrift im Kapitel 1 erläutert. Die Kapitel 2 bis 11 führen die einzelnen Elemente der Notation und deren Gebrauch ein. Abschließend fokussieren die Kapitel 12 bis 15 auf ausgewählte Gebiete der Mathematik.

In Anhängen werden Anregungen zum Arbeiten mit schriftlichen Rechenverfahren gegeben, die Änderungen und Neuerungen dieser Überarbeitung der Mathematikschrift aufgelistet und braillespezifische Fachausdrücke in einem Glossar erklärt.

Für eine schnelle Suche stehen eine Liste aller behandelten Braillezeichen und ein Sachregister zur Verfügung.

Die einzelnen Themengebiete sind wie folgt gegliedert:

- Zeichenliste
- Regeln und Erläuterungen
- Beispiele

Jedes Beispiel erscheint in zwei bzw. drei Darstellungen:

- Schwarzschrift (Schwarzschriftausgabe)
- Brailleschrift
- LaTeX-Schreibweise

Eine Ausnahme bilden die Beispiele im "Anhang A1 Schriftliche Rechenverfahren über mehrere Zeilen", die nur in Brailleschrift erscheinen. Hier steht neben Umsetzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten die praktische Arbeit mit der Brailleschrift im Vordergrund.

In einem zweiten Teil sollen Reliefdarstellungen blinden Lesenden mathematische Schwarzschriftsymbole erfahrbar machen und die Kommunikation mit anderen erleichtern.

Das Brailleschriftkomitee der deutschsprachigen Länder hält auf seiner Webseite ([www.bskdl.org](http://www.bskdl.org)) eine Unterseite zur Braille-mathematiksschrift für das Herunterladen von Dokumenten und das Sammeln von Beispielen bereit. Interessierte werden eingeladen, zur Erweiterung der Beispielsammlung beizutragen.

## **LaTeX**

Als Möglichkeit des Vergleichs der Brailleschrift mit einer zweiten Darstellung wurde für Tastlesende, die nicht auf die visuelle Darstellung zurückgreifen können, eine LaTeX-Schreibweise gewählt.

Es kann nicht angenommen werden, dass alle Tastlesenden LaTeX kennen. Und dennoch hat sich gezeigt, dass schon mit wenigen LaTeX-Kenntnissen zum Beispiel festgestellt werden kann, ob ein Zeichen noch in einem Exponenten enthalten ist oder nicht. Und gerade solche Ungewissheiten gilt es möglichst zu minimieren, wenn die Beispiele studiert werden.

Der Eindeutigkeit halber besteht die LaTeX-Darstellung aus Original-LaTeX und nicht aus einer der vereinfachten Varianten, die zunehmend als eine Art Blindenmathematiksschrift am Computer verwendet werden. Auf der anderen Seite wurde kein großer Wert darauf gelegt, sie so zu schreiben, dass ein LaTeX-Compiler daraus ästhetisch einwandfreie Schwarzschrift erstellen könnte.

Um das Lesen der LaTeX-Ausdrücke zu erleichtern, wurde für diese 8-Punkte-Braille gewählt. Zum schnellen Nachschlagen verwendeter LaTeX-Schlüsselwörter wird eine Auflistung elektronisch auf [www.bskdl.org](http://www.bskdl.org) angeboten. Dieses Regelwerk sowie die Auflistung eignen sich nicht für das Erlernen von LaTeX.

# 1 Grundlegende Techniken zur Übertragung von Mathematik

## 1.1 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift

⠠ ..	Ankündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift
⠡ ..	Abkündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift
⠠ ..	Ankündigungszeichen für eine Passage in Textschrift
⠡ ..	Abkündigungszeichen für eine Passage in Textschrift

Braillezeichen und deren Kombinationen geben zum Teil unterschiedliche Symbole in der Text- und der Mathematikschrift wieder. Die Kennzeichnung der Übergänge zwischen den beiden Schriften ist daher von großer Bedeutung.

Drei verschiedene Techniken stehen hierfür zur Verfügung:

- Layouttechnik
- An- und Abkündigungstechnik
- Doppelleerzeichentechnik

Die Wahl der Technik ist kontextabhängig.

### 1.1.1 Layout

In Dokumenten mit großem mathematischem Anteil rechnen Lesende mit Mathematikschrift. Zur Kennzeichnung des Wechsels von der Text- in die Mathematikschrift genügt es daher oft schon, Zeilen mit mathematischem Inhalt mit Hilfe des Layouts vom übrigen Fließtext abzuheben.

Eine sehr häufig genutzte Gestaltungsmöglichkeit zur Kennzeichnung von Mathematikschriftzeilen sind Ein- und Ausrückungen. Dabei werden Zeilen um eine Anzahl von Formen bezüglich der vorausgehenden Textumgebung eingerückt. Der



Wechsel zurück zur Textschrift erfolgt durch den Beginn einer neuen Zeile im Textlayout. Werden für die mathematische Passage mehrere Zeilen benötigt, ist Folgendes zu beachten:

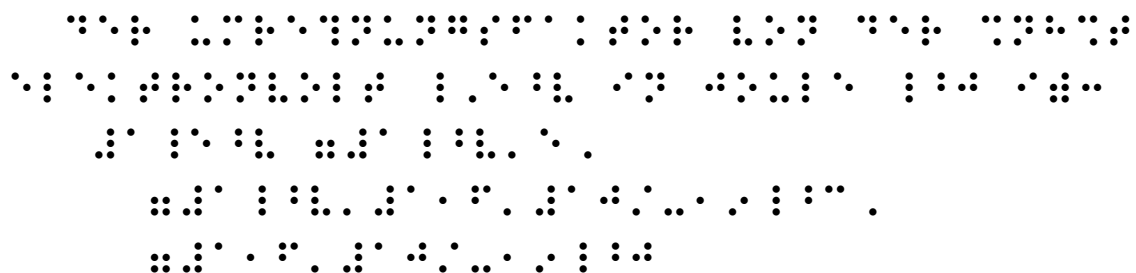
- Die mathematische Passage muss sich von den umgebenden Textpassagen deutlich abheben.
- Die erste und die Fortsetzungszeilen sind bezüglich ihrer Einrückung unterschiedlich zu gestalten.

Weitere Gestaltungsformen sind zum Beispiel Randmarkierungen (siehe Beispiel 1.1.1 B02) oder Tabellenspalten (siehe Beispiele 1.1.1 B03 und 1.1.1 B04).

## Beispiel 1.1.1 B01

Der Umrechnungsfaktor von der Einheit Elektronvolt eV in Joule J ist:

$$1\text{eV} = 1\text{V} \cdot e = 1\text{V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$$



Der Umrechnungsfaktor von der Einheit Elektronvolt eV in Joule J ist:

$$\left[ 1 \text{ eV} = 1 \text{ V} \cdot e = 1 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \right]$$

## Beispiel 1.1.1 B02

(Anm.: Der Anfang der Mathematikschrift wird zusätzlich mit einem m in der linken Randspalte gekennzeichnet.)

Der Umrechnungsfaktor von der Einheit Elektronvolt eV in Joule J ist:

$$1\text{eV} = 1\text{V} \cdot e = 1\text{V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

# 1 Grundlegende Techniken

---

Der Umrechnungsfaktor von der Einheit Elektronvolt eV  
in Joule J ist:

$$1 \text{ eV} = 1 \text{ V} \cdot e = 1 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

**Beispiel 1.1.1 B03**

(Anm.: In LaTeX wird auf die tabellarische Darstellung nur rudimentär hingewiesen.)

Satz	Formel
Die Multiplikation ist kommutativ.	$a \cdot b = b \cdot a$
Die Multiplikation ist assoziativ.	$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$
Die 1 verhält sich bezüglich der Multiplikation neutral.	$a \cdot 1 = a$

⠠⠠ Satz ⠠⠠ Formel  
 .....  
 ⠠⠠ Die Multiplikation ist kommutativ. ⠠⠠  $a \cdot b = b \cdot a$   
 ⠠⠠ Die Multiplikation ist assoziativ. ⠠⠠  $(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$   
 ⠠⠠ Die 1 verhält sich bezüglich der Multiplikation neutral. ⠠⠠  $a \cdot 1 = a$

```

\[\text{Satz} & \text{Formel}
\\ \text{Die Multiplikation ist kommutativ.} & a
\cdot b =b \cdot a
\\ \text{Die Multiplikation ist assoziativ.} & (a
\cdot b) \cdot c =a \cdot (b \cdot c)
\\ \text{Die 1 verhält sich bezüglich der
Multiplikation neutral.} & a \cdot 1 =a\]
    
```

**Beispiel 1.1.1 B04**

(Anm.: In LaTeX wird auf die tabellarische Darstellung nur rudimentär hingewiesen.)

Spezielle Vierecke:

<b>Bezeichnung</b>	<b>Umfang</b>	<b>Flächeninhalt</b>
Viereck	$a + b + c + d$	$\frac{d_1}{2}(h_1 + h_2)$
Trapez	$a + b + c + d$	$m \cdot h_a$
Drachenviereck	$2a + 2b$	$\frac{1}{2}d_1d_2$
Parallelogramm	$2a + 2b$	$a \cdot h_a$
Rhombus	$4a$	$\frac{1}{2}d_1d_2$
Quadrat	$4a$	$a^2$

Braille representation of the table above, showing the text and mathematical formulas in Braille characters.

```

\[\text{Spezielle Vierecke}
\\ \text{Bezeichnung} & \text{Umfang} &
\text{Flächeninhalt}

```

```
\\ \text{Viereck} & a +b +c +d &
\frac{d_{1}}{2}(h_{1} +h_{2})
\\ \text{Trapez} & a +b +c +d & m \cdot h_{a}
\\ \text{Drachenviereck} & 2a +2b &
\frac{1}{2}d_{1}d_{2}
\\ \text{Parallelogramm} & 2a +2b & a \cdot h_{a}
\\ \text{Rhombus} & 4a & \frac{1}{2}d_{1}d_{2}
\\ \text{Quadrat} & 4a & a^{2}\]
```

## 1.1.2 An- und Abkündigungszeichen für Mathematikschrift

⋮ ..

Ankündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift

⋮ ..

Abkündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift

Am eindeutigsten werden die Übergänge von der Text- zur Mathematikschrift und zurück mit An- und Abkündigungszeichen markiert.

Das Ankündigungszeichen steht unmittelbar vor dem ersten Zeichen der Mathematikschrift. Außer am Zeilenanfang geht ihm üblicherweise ein Leerzeichen voran. Es steht jedoch unmittelbar hinter einer öffnenden Textklammer oder einem anderen Symbol, auf das auch Text ohne ein Leerzeichen folgen könnte.

Das Abkündigungszeichen steht unmittelbar hinter dem letzten Zeichen der Mathematikschriftspassage. Darauf folgt ein Leer- oder Satzzeichen.

Mit dem Ankündigungszeichen eingeleitete Mathematikschriftspassagen sind zwingend mit dem Abkündigungszeichen abzuschließen. Sie dürfen nur von kurzen, mit der Doppelleerzeichentechnik abgegrenzten Textpassagen unterbrochen werden.

Satzzeichen am Ende einer mathematischen Passage gehören in der Regel nicht zum mathematischen Ausdruck selbst. Der Übersichtlichkeit halber werden sie nach dem Abkündigungszeichen geschrieben, wo sie den vorangestellten Punkt 6 nicht benötigen (siehe "3.7 Satzzeichen").



### Beispiel 1.1.2 B03

Die newtonsche Mechanik ist bei Geschwindigkeiten im Bereich der Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) nicht mehr gültig.

Die newtonsche Mechanik ist bei Geschwindigkeiten im Bereich der Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) nicht mehr gültig.

Die newtonsche Mechanik ist bei Geschwindigkeiten im Bereich der Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) nicht mehr gültig.

### 1.1.3 An- und Abkündigungszeichen für Textschrift

- ⋮ .. Ankündigungszeichen für eine Passage in Textschrift
- ⋮ .. Abkündigungszeichen für eine Passage in Textschrift

Textschrift innerhalb einer Mathematikschriftpassage kann ebenfalls mit An- und Abkündigungszeichen gekennzeichnet werden. Das Ankündigungszeichen steht unmittelbar vor dem ersten Textzeichen hinter einem an der Grenzstelle vorkommenden Leerzeichen. Das Abkündigungszeichen folgt unmittelbar auf das letzte Textzeichen.

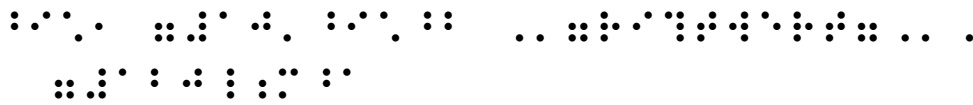
In einer Mathematikpassage steht der Texteingang normalerweise im selben Kürzungsgrad (Kurz-, Voll- oder Basisschrift) wie der übrige übertragene Fließtext.

Diese An- und Abkündigungszeichen dürfen auch innerhalb einer Mathematikschriftpassage verwendet werden, die ihrerseits mit An- und Abkündigungszeichen abgegrenzt ist.

Dagegen dürfen in einem mit Ankündigungszeichen gekennzeichneten Texteingang keine mathematischen Einschübe enthalten sein.

**Beispiel 1.1.3 B01**

$$I_1 = 10 \cdot I_B \quad (\text{Richtwert}) = 120 \mu\text{A}$$



```
\[I_{1} =10 \cdot I_{B} \quad \text{(Richtwert)} =120 \mu A\]
```

**1.1.4 Doppelleerzeichentechnik**

Überall dort, wo ein Wechsel zwischen Text- und Mathematik- schrift erwartet werden kann, dürfen sehr kurze Einschübe der jeweils anderen Schrift mit der Doppelleerzeichentechnik gekennzeichnet werden.

Vor dem ersten Zeichen im anderen Schriftsystem steht ein Doppelleerzeichen. Der Wechsel zurück zum vorherigen Schriftsystem wird erneut mit einem Doppelleerzeichen ange- zeigt. Das Doppelleerzeichen muss zwischen Zeichen stehen, darf also nicht am Anfang oder am Ende einer Zeile zum Einsatz kommen.

Das Ende eines mit einem Doppelleerzeichen eingeleiteten Ein- schubs muss ebenfalls durch ein Doppelleerzeichen gekenn- zeichnet werden. Nur wenn ein Einschub in Mathematikschrift am Ende eines Absatzes steht, kann auf dieses abkündigende Doppelleerzeichen verzichtet werden, da ein neuer Absatz den durch die Doppelleerzeichentechnik bewirkten Schriftwechsel ohnehin aufhebt.

In der Regel gehören Satzzeichen am Schluss einer mathemati- schen Passage nicht zum mathematischen Ausdruck. Sie dürfen dennoch vor dem an der Grenzstelle stehenden Doppelleer- zeichen — wo nötig mit Punkt 6 — geschrieben werden (siehe "3.7 Satzzeichen"). Folgt ein Mathematikausdruck direkt auf ein führendes Interpunktionszeichen (Anführungszeichen, öffnende Klammer), kann die Doppelleerzeichentechnik nicht angewen- det werden.





$a^n$  für alle ganzzahligen Exponenten  
 $(n \in \mathbb{Z})$  definiert, allerdings für  $n \leq 0$  mit  
 der Einschränkung  $a \neq 0$  (denn für  $a = 0$  würden  
 die Definitionen für  $a^{-n}$  und  $a^0$  – wegen  
 $a^0 = a^{n-n}$  – auf Divisionen durch Null  
 führen).

### Beispiel 1.1.4 B04

Unter  $\sqrt{a}$  ( $a \geq 0$ ) verstehen wir ...

$\sqrt{a}$  ;  $(a \geq 0)$  verstehen wir ...

Unter  $\sqrt{a}$  ; ( $a \geq 0$ ) verstehen wir ...

### Beispiel 1.1.4 B05

Alle kennen ja die Formel  $e = mc^2$ , aber nur wenige verstehen sie.

$e = mc^2$ , aber nur wenige verstehen sie.

Alle kennen ja die Formel  $e = mc^2$ , aber nur wenige verstehen sie.

## 1.1.5 Hinweise zum Einsatz der Schriftwechsel-techniken

Für Lesende muss immer klar erkennbar sein, ob sie gerade die Text- oder Mathematikschrift lesen. Für die Wahl der jeweils

geeigneten Technik gelten folgende Überlegungen und Prinzipien:

- Die An- und Abkündigungszeichen markieren den Schriftwechsel eindeutig.
- Eine mit dem Ankündigungszeichen eingeleitete Mathematikschriftpassage muss mit dem Abkündigungszeichen beendet werden.
- Layouttechniken grenzen elegant und klar den Geltungsbereich der jeweiligen Schrift ab.
- Die Doppelleerzeichentechnik eignet sich ausdrücklich nur für sehr kurze Einschübe — möglichst ohne Zeilenumbrüche.
- Wenn eine mathematische Passage mit einem Anführungszeichen oder einer Textklammer beginnt, darf sie nicht mit der Doppelleerzeichentechnik angekündigt werden.
- In der Regel gehören Satzzeichen am Schluss einer mathematischen Passage nicht zur Passage selbst. Sie sind daher unmittelbar rechts vom Abkündigungszeichen  $\dots$  zu setzen. Wenn die Abkündigung durch Doppelleerzeichen erfolgt, werden sie jedoch vor diesen (gegebenenfalls mit Punkt 6) geschrieben, damit sie nicht allein stehen.
- Ein kurzer mathematischer Ausdruck am Ende eines Textabsatzes kann mit der Doppelleerzeichentechnik eingeleitet werden. Das Absatzende kennzeichnet gleichzeitig auch das Ende des Einschubes. Abschließende Satzzeichen werden unmittelbar nach dem mathematischen Ausdruck geschrieben und gegebenenfalls mit einem vorangestellten Punkt 6 versehen.
- Üblicherweise werden Texteingänge in mathematischen Passagen im selben Kürzungsgrad wie der umliegende Text geschrieben.
- Einzelne oder wenige Wörter in mathematischen Passagen (zum Beispiel "und", "daher", "Es gilt") können in Basisschrift (mit Kennzeichnung der Großschreibung) geschrieben werden, ohne die Mathematikschrift zu verlassen (siehe "3.8 Text in der Mathematikschrift"). Es ist zwischen dem vorteilhaften Verzicht auf den Schriftwechsel und einem eventuell störenden Stilbruch, vor allem in Kurzschrifttexten, abzuwägen. Vorsicht ist bei Umlautbuchstaben und  $\beta$  geboten, die in der Mathematikschrift als andere Zeichen, vor allem als Bruchstrich und schließende Klammer, gelesen werden können.



- Wird ein mathematischer Ausdruck an der Stelle eines Leerzeichens umgebrochen, ist als Zeilentrennzeichen ⠆ (Punkt 6) zu setzen.
- Wird der Ausdruck zwischen zwei unmittelbar aneinander anschließende Zeichen umgebrochen, ist ⠆· (Punkt 4) als "zusammenhaltendes" Trennzeichen zu setzen.

In zwei weiteren Fällen werden Zeichen mit ⠆· (Punkt 4) gewissermaßen zusammengehalten:

- Könnten zwei benachbarte Zeichen mit jeweils eigenen Bedeutungen gemeinsam als ein weiteres Zeichen mit neuer Bedeutung gelesen werden, wird ⠆· (Punkt 4) zwischen die beiden gesetzt, solange keine bessere Lösung zur Verfügung steht (siehe Beispiele 5 B10 und 14.2 B06).
- In Situationen, in denen ein Leerzeichen obligatorisch ist, den Ausdruck aber auseinanderreißen würde, kann ⠆· (Punkt 4) anstelle des Leerzeichens gesetzt werden. Vor allem bei Projektiven und Brüchen, aber auch in Matrizen wird diese Technik verwendet.

⠆· (Punkt 4) in diesen Funktionen ist nicht mit dem Punkt 4 zu verwechseln, der fester Bestandteil einiger Symbole — zum Beispiel ⠆:⠆· (Euro) oder ⠆:⠆.: (Grad-Zeichen) — ist oder vor einem Buchstaben als Akzentzeichen steht.

### 1.3 Anmerkungen zur Brailleschrift-übertragung

⠆ . : ⠆:                      öffnende und schließende Klammer für Anmerkungen zur Brailleschrift-übertragung

Wenn eigens für das in Brailleschrift umzusetzende Werk der Zeichenbestand erweitert wurde oder typografische Besonderheiten dargestellt oder erklärt werden müssen, ist es notwendig, Anmerkungen zur brailleschrifttechnischen Wiedergabe der Vorlage anzubringen. Ebenfalls sollte auf die Auflösung von Tabellen oder die Verbalisierung bzw. das Weglassen von Abbildungen hingewiesen werden.

Anmerkungen, welche die ganze Übertragung des Werkes betreffen, werden in einem eigenen Abschnitt oder Kapitel mit entsprechender Überschrift am Anfang des Werkes bzw. jedes Bandes des Braillebuches zusammengefasst. Hier werden die eingeführten Zeichen in einer Liste aufgeführt.

Gilt die Anmerkung nur für einzelne Passagen im Werk, wird diese in den Klammern für Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung an der jeweiligen Stelle eingefügt. Somit werden sie nicht als Text der Schwarzschriftvorlage gelesen.

Die Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung — sowohl in einem eigenen Abschnitt als auch in Klammern — werden in dem Kürzungsgrad wie der übrige Text geschrieben.

Siehe Beispiele 6.3 B01 und 14.3 B07.

# 2 Ziffern und Zahlen

## 2.1 Arabische Ziffern und Zahlen

Die Mathematikschrift verfügt über zwei Darstellungsformen für die arabischen Ziffern:

- Standardschreibweise
- gesenkte Schreibweise

In der Standardschreibweise werden Ziffern mit denselben Braillezeichen wie die lateinischen Buchstaben a bis j gebildet. Von diesen unterscheiden sie sich durch das Voranstellen des Zahlzeichens.

Die Ziffern der gesenkten Schreibweise bestehen aus Braillezeichen, in denen die Punkte eine Reihe tiefer als in der Standardschreibweise gesetzt sind. Auch diese Braillezeichen sind mit mehreren Bedeutungen belegt und stellen nur in bestimmten Kontexten Ziffern dar.

### 2.1.1 Zahlen in Standardschreibweise

		Zahlzeichen
	1	Ziffer Eins
	2	Ziffer Zwei
	3	Ziffer Drei
	4	Ziffer Vier
	5	Ziffer Fünf
	6	Ziffer Sechs
	7	Ziffer Sieben
	8	Ziffer Acht
	9	Ziffer Neun
	0	Ziffer Null

In der Mathematikschrift besteht eine arabische Zahl grundsätzlich — wie in der Textschrift auch — aus dem Zahlzeichen

und einer oder mehreren Ziffern. Dies wird als Standardschreibweise bezeichnet.

Nach dem Zahlzeichen ⠠. stellen die Braillezeichen der Buchstaben a bis j die Ziffern 1 bis 9 und 0 dar, und zwar grundsätzlich bis zum nächsten Leerzeichen, Zeilenende oder Strich bzw. anderen Satzzeichen (wobei das Dezimalkomma und der Dezimalpunkt natürlich nicht als Satzzeichen gelten).

Die Wirkung des Zahlzeichens erstreckt sich über:

- die Ziffern (in der Standard- oder gesenkten Schreibweise)
- das Dezimaltrennzeichen ⠠.
- das Gliederungszeichen ⠠.
- die öffnende Klammer ⠠. bei der Wiedergabe von periodischen Dezimalbrüchen (siehe "2.1.4 Periodische Dezimalbrüche")
- die Ankündigung für eine besondere typografische Auszeichnung ⠠.
- den Apostroph ⠠. bzw. den Strich ⠠.. unmittelbar hinter dem Zahlzeichen

Aufgehoben wird die Wirkung des Zahlzeichens durch jedes andere Zeichen sowie

- ein Leerzeichen
- das Zeilenende — außer bei Zeilentrennung mit Punkt 4 ⠠.

Jede Art von Strich (zum Beispiel Binde- oder Schrägstrich) hebt die Wirkung des Zahlzeichens auf, so dass Zahlen nach diesem stets ein neues Zahlzeichen benötigen. Eine Ausnahme bilden Striche im Anschluss an Zahlzeichen, die in Preisangaben anstelle einer Null vor dem Dezimalzeichen stehen.

Eine Zahl ist nur dann am Zeilenende zu trennen, wenn dies unvermeidlich ist, zum Beispiel, wenn die Länge der Zahl die gesamte Zeilenbreite überschreitet.

Ein Apostroph, der die Stelle von führenden Ziffern ersetzt, steht im Anschluss an das Zahlzeichen vor der ersten Ziffer (siehe Beispiel 2.1.1 B04).

### **Hinweis:**

Den Ziffern in Standardschreibweise geht grundsätzlich ein Zahlzeichen voraus. Es kann jedoch sinnvoll sein, z. B. in





⋮⋮	7	Ziffer Sieben
⋮⋮	8	Ziffer Acht
⋮⋮	9	Ziffer Neun
⋮⋮	0	Ziffer Null

Im Anschluss an einige Zeichen der Mathematikschrift können ganze Zahlen ohne Zahlzeichen in gesenkter Schreibweise geschrieben werden. Dadurch wird der Ausdruck um ein Zeichen kürzer. Zudem kann die Funktion der Zahl in einem kompakten mathematischen Ausdruck leichter gedeutet werden.

Die gesenkte Schreibweise wird für Nenner von einfachen Zahlenbrüchen — auch bei gemischten Zahlen — sowie bei Projektiven wie Exponenten, oberen und unteren Indizes verwendet (siehe "9.1 Zahlenbrüche und gemischte Zahlen" und "10.3 Indizes und Exponenten").

Einer Zahl in gesenkter Schreibweise darf in Exponenten, Indizes u.ä., aber nicht in Zahlenbrüchen, ein Minuszeichen vorausgehen. Auch in diesen Fällen ist das Zahlzeichen nicht notwendig. Zahlen mit Dezimaltrenn- bzw. Gliederungszeichen dürfen hingegen nicht gesenkt geschrieben werden.

In der Textschrift kann die gesenkte Schreibweise als eine weitere Möglichkeit für Kurzformen von Zahlengefügen wie Ordnungszahlen, Dezimalklassifikatoren und Datumsangaben genutzt werden. Diese Schreibweisen dürfen ebenfalls in der Mathematikschrift eingesetzt werden.

### Beispiel 2.1.2 B01

$$\frac{1}{3} = \frac{4}{12}$$

⋮⋮ ⋮⋮⋮⋮⋮⋮ ⋮

```
\[\frac{1}{3} = \frac{4}{12}\]
```



**Beispiel 2.1.3 B01**

2,34

⠠⠨⠛⠠⠨⠼⠨⠼

`\[2,34\]`

**Beispiel 2.1.3 B02**

45.98

⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼

`\[45.98\]`

**Beispiel 2.1.3 B03**

–,50

⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼

`\[-,50\]`

**Beispiel 2.1.3 B04**

100,–

⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼

`\[100,-\]`

**Beispiel 2.1.3 B05**

100,– –

⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼

`\[100,--\]`

**Beispiel 2.1.3 B06**

(Anm.: Darstellung von Schweizer Franken in der Schweiz.)

Fr. 3.50

⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼⠠⠨⠼

`\[\text{Fr.} \ ; 3.50\]`

### 2.1.4 Periodische Dezimalbrüche

$\textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.} \dots \textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.} \dots \textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.}$  periodischer Dezimalbruch

Bei periodischen Dezimalbrüchen wird in der Schwarzschrift die sich wiederholende Ziffernfolge überstrichen. In der Brailleschrift wird diese Ziffernfolge in runde Klammern  $\textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.} \dots \textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.}$  ohne Zahlzeichen gesetzt.

#### Beispiel 2.1.4 B01

$0,\overline{3}$

$\textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.} \textcircled{3}\textcircled{3}\textcircled{.}$   
`\[0,\overline{3}\]`

#### Beispiel 2.1.4 B02

$1,\overline{285714}$

$\textcircled{2}\textcircled{8}\textcircled{5}\textcircled{7}\textcircled{1}\textcircled{4}\textcircled{.}$   
`\[1,\overline{285714}\]`

#### Beispiel 2.1.4 B03

$3,42\overline{8}$

$\textcircled{8}\textcircled{.}$   
`\[3,42\overline{8}\]`

### 2.1.5 Gliederung langer Zahlen

$\textcircled{3}\textcircled{.}$  Gliederungszeichen

Die Gliederung langer Zahlen in Gruppen von 3 Ziffern erfolgt durch das Gliederungszeichen Punkt 3  $\textcircled{3}\textcircled{.}$  ungeachtet des in der Vorlage verwendeten Zeichens (Punkt, Leerzeichen, Apostroph, Komma).

Bei Geldbeträgen in Schweizer Franken und Rappen wird in der Regel in Schwarzschrift der Punkt und entsprechend in Brailleschrift Punkt 3  $\textcircled{3}\textcircled{.}$  sowohl als Dezimaltrenn- als auch als Gliederungszeichen verwendet (siehe auch "2.1.3 Dezimalbrüche").

Dies führt äußerst selten zu Deutungsschwierigkeiten, da nach dem letzten Punkt nicht drei, sondern nur zwei Ziffern folgen und daher als Rappen zu erkennen sind.

Die in der Schwarzschrift verbreitete Gliederung langer Zahlen durch Leerzeichen wird nicht übernommen, da das Leerzeichen die Wirkung des Zahlzeichens aufhebt und die neue Zifferngruppe wiederum mit einem Zahlzeichen gekennzeichnet werden müsste.

Ebenso ist die Gliederung mit Apostrophen (Schweiz und Liechtenstein) für die Brailleschrift ungeeignet. Der Apostroph wird mit demselben Braillezeichen wie das Ankündigungszeichen für Kleinbuchstaben dargestellt, das die Wirkung des Zahlzeichens aufhebt.

### **Beispiel 2.1.5 B01**

23.354

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨

\[23.354\]

### **Beispiel 2.1.5 B02**

1 324 342

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨

\[1\;324\;342\]

### **Beispiel 2.1.5 B03**

19'041'500

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨

\[19'041'500\]

### **Beispiel 2.1.5 B04**

26 094 318,751 628

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨

\[26\;094\;318,751\;628\]

### Beispiel 2.1.5 B05

1.000

⋮ . ⋮⋮⋮

\[1.000\]

### Beispiel 2.1.5 B06

1000

⋮ ⋮⋮⋮

\[1000\]

## 2.1.6 Ordnungszahlen, Dezimalklassifikatoren, Daten und Uhrzeiten

Die Verbindungen aus Zahlen und Interpunktionszeichen werden grundsätzlich wie in der Vorlage geschrieben. Dabei ist zu beachten:

- Ein Punkt im Anschluss an oder zwischen Zahlen ist kein Dezimalpunkt und wird daher mit Punkt 3 ⋮. dargestellt. Nach dem Gliederungspunkt entfällt das Zahlzeichen.
- In Uhrzeitangaben werden Doppelpunkte als Interpunktionszeichen durch Punkt 6 ⋮. angekündigt.
- In Datumsangaben sind Bindestriche nicht mit Punkt 6 ⋮. anzukündigen. Die nachfolgende Zahl erhält jedoch ein neues Zahlzeichen.

### Beispiel 2.1.6 B01

3.5.11

⋮. ⋮. ⋮

\[3.5.11\]

### Beispiel 2.1.6 B02

7.10.4.3

⋮. ⋮. ⋮. ⋮

\[7.10.4.3\]

**Beispiel 2.1.6 B03**

24.12.2010

⠠⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

\[24.12.2010\]

**Beispiel 2.1.6 B04**

2010 – 12 – 24

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

\[2010-12-24\]

**Beispiel 2.1.6 B05**

12.45 Uhr

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

\[12.45 \; \text{Uhr}\]

**Beispiel 2.1.6 B06**

12 : 45 Uhr

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

\[12:45 \; \text{Uhr}\]

Wo die Textschrift für solche Zahlengefüge eine verkürzende Schreibweise bietet, darf diese ebenfalls in der Mathematik-schrift verwendet werden.



### Beispiel 2.1.6 B07

(Anm.: In Aufgaben der Grundschulmathematik, in denen ein Ergebnis einzutragen ist, wird oft ein Zahlzeichen nach dem Gleichheitszeichen gesetzt. Dadurch wird unter anderem das Gleichheitszeichen besser von einem g unterscheidbar.)

1.  $2 + 3 =$

2.  $1 + 4 =$

⠠⠨⠠⠒⠠⠓⠠⠐⠠⠒⠠⠔⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑

\[1. \quad 2 + 3 = \quad 2. \quad 1 + 4 =\]

### Beispiel 2.1.6 B08

3.5.11

⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑

\[3.5.11\]

### Beispiel 2.1.6 B09

24.12.2010

⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑⠠⠒⠠⠕⠠⠑

\[24.12.2010\]

## 2.2 Römische Zahlen

⠠⠒⠠⠕⠠⠑	I, i	römische Ziffer Eins
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	V, v	römische Ziffer Fünf
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	X, x	römische Ziffer Zehn
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	L, l	römische Ziffer Fünfzig
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	C, c	römische Ziffer Hundert
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	D, d	römische Ziffer Fünfhundert
⠠⠒⠠⠕⠠⠑	M, m	römische Ziffer Tausend

Römische Zahlen werden als Buchstaben(folgen) geschrieben. Als Großbuchstaben sind sie demnach stets mit ⋮ ⋅ anzukündigen. Als Kleinbuchstaben geschrieben bedürfen sie in der Mathematikschrift häufig keiner Ankündigung (siehe "3.2 Groß- und Kleinschreibung lateinischer Buchstaben").

Überstrichene römische Zahlen, die gelegentlich für Mehrfache von Tausend verwendet werden, versieht man mit einem Strich als obere Markierung (siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen").

**Beispiel 2.2 B01**

I, IV, MDCCCXXV

⋮⋅ ⋅ ⋮⋅⋮⋅ ⋅ ⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅

```
\[\text{I, IV, MDCCCXXV}\]
```

**Beispiel 2.2 B02**

i, xvi

⋅ ⋅ ⋮⋅⋮⋅⋅

```
\[\text{i, xvi}\]
```

**Beispiel 2.2 B03**

$\overline{X} = 10\ 000$

⋮⋅⋅ ⋮⋅⋮⋅⋅ ⋮⋅ ⋮⋅⋮⋅⋅

```
\[\text{\overline{X}} =10\;000\]
```

**Beispiel 2.2 B04**

$\overline{IV} = 4000$

⋮⋅ ⋮⋅⋮⋅ ⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅⋮⋅

```
\[\text{\overline{IV}} =4000\]
```

# 3 Buchstaben und Satzzeichen

## 3.1 Vorbemerkung zur Kennzeichnung von Buchstaben

Ankündigungszeichen

⋮ .	Kleinbuchstaben
⋮ :	ein oder mehrere Großbuchstaben
⋮ ⋮ :	ein Großbuchstabe, gefolgt von einem oder mehreren Kleinbuchstaben
⋮ :	griechische Buchstaben
⋮ ·	1. besondere typografische Auszeichnung
⋮ ⋮ :	2. besondere typografische Auszeichnung

Ohne Kennzeichnung sind alle Buchstaben in der Mathematik-schrift lateinische Kleinbuchstaben in ihren modernen Schrift-formen. Lateinische Großbuchstaben und fremde bzw. typo-grafisch spezielle Buchstaben müssen entsprechend gekenn-zeichnet werden.

## 3.2 Groß- und Kleinschreibung lateinischer Buchstaben

Ankündigungszeichen

⋮ .	Kleinbuchstaben
⋮ :	ein oder mehrere Großbuchstaben
⋮ ⋮ :	ein Großbuchstabe, gefolgt von einem oder mehreren Kleinbuchstaben

In der Mathematikschrift ist die Groß- und Kleinschreibung von Buchstaben sehr entscheidend für deren Bedeutung. Es muss daher unbedingt auf Eindeutigkeit geachtet werden.

Grundsätzlich ist für lateinische Kleinbuchstaben in der Mathematikschrift keine Ankündigung erforderlich. Jedoch müssen sie dort mit Punkt 6  $\cdot\cdot\cdot$  . gekennzeichnet werden, wo sie auf Grund der vorhergehenden Zeichen als etwas anderes gedeutet werden können, zum Beispiel:

- Buchstaben a bis j unmittelbar nach in Standardziffern geschriebenen Zahlen: Sie würden als weitere Ziffern gelesen werden.
- unmittelbar nach dem Bruchendezeichen: Das Bruchendezeichen ist identisch mit dem Ankündigungszeichen für griechische Buchstaben.
- unmittelbar nach mit Punkten 4,5  $\cdot\cdot\cdot$  : angekündigten Großbuchstaben: Sie könnten als weitere Großbuchstaben interpretiert werden.

Alle nicht angekündigten Buchstaben sind als lateinische Kleinbuchstaben zu lesen.

Im Interesse der Eindeutigkeit wird empfohlen, Kleinbuchstaben lieber einmal zu oft mit Punkt 6  $\cdot\cdot\cdot$  . als einmal zu wenig anzukündigen.

Ein Großbuchstabe wird nur dann durch die Punkte 4,6  $\cdot\cdot\cdot$  : angekündigt, wenn ihm mindestens ein Kleinbuchstabe folgt. Sonst sind einzelne Großbuchstaben immer mit den Punkten 4,5  $\cdot\cdot\cdot$  : anzukündigen.

Die Wirkung der Ankündigungszeichen für Groß- bzw. Kleinbuchstaben wird aufgehoben durch:

- das nächste Leerzeichen
- das Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen Punkt 4  $\cdot\cdot\cdot$  ·
- das nächste außeralphabetische Brailleschriftzeichen jeglicher Art

#### **Beispiel 3.2 B01**

10a, 10k, 5n, 3B

$\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot$   $\cdot$   $\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot$

`\[10a, 10k, 5n, 3B\]`



### 3.3 Griechische Buchstaben

Ankündigungszeichen

⠠ : griechische Buchstaben

Die griechischen Buchstaben in der Mathematikschrift

⠠⠨	$A, \alpha$	Alpha
⠠⠨⠨	$B, \beta$	Beta
⠠⠨⠨⠨	$\Gamma, \gamma$	Gamma
⠠⠨⠨⠨⠨	$\Delta, \delta$	Delta
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	$E, \varepsilon$	Epsilon
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$Z, \zeta$	Zeta
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$H, \eta$	Eta
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Theta, \theta, \vartheta$	Theta
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$I, i$	Iota
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$K, \kappa$	Kappa
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Lambda, \lambda$	Lambda
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$M, \mu$	My
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$N, \nu$	Ny
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Xi, \xi$	Xi
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$O, o$	Omikron
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Pi, \pi$	Pi
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\rho, \rho$	Rho
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Sigma, \sigma$	Sigma
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$T, \tau$	Tau
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Upsilon, \upsilon$	Ypsilon
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Phi, \phi, \varphi$	Phi
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\chi, \chi$	Chi
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	$\Psi, \psi$	Psi

⠠⠨	$\Omega, \omega$	Omega
⠠⠠	$F$	Digamma
⠠⠨	$\text{Q}, \text{q}$	Koppa

Die Buchstaben des griechischen Alphabets werden mit denselben Brailleschriftzeichen wie die des lateinischen Alphabets geschrieben. Daher müssen griechische Buchstaben ausdrücklich als solche gekennzeichnet werden.

Griechische Kleinbuchstaben werden durch das Zeichen  $\text{⠠}$  : angekündigt. Bei griechischen Großbuchstaben wird zusätzlich die Ankündigung für Großschreibung  $\text{⠠}$  ⠠ bzw.  $\text{⠠}$  ⠠ : zwischen diesem Zeichen und dem ersten Buchstaben gesetzt.

Die Ankündigung für griechische Buchstaben gilt für eine Ankündigung der Großschreibung durch Punkte 4,5  $\text{⠠}$  ⠠ bzw. Punkte 4,6  $\text{⠠}$  ⠠ : und für alle Buchstaben bis:

- zum nächsten Leerzeichen oder Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen  $\text{⠠}$  ⠠ bzw.
- zum nächsten außeralphabetischen Brailleschriftzeichen jeglicher Art.

Nach einer Folge von griechischen Buchstaben leiten daher die Ankündigungen für Groß- bzw. Kleinbuchstaben  $\text{⠠}$  ⠠ oder  $\text{⠠}$  ⠠ : bzw.  $\text{⠠}$  ⠠ . einen Wechsel zu lateinischen Buchstaben ein. Falls innerhalb einer Folge von griechischen Buchstaben eine Ankündigung für Groß- bzw. Kleinbuchstaben notwendig wird, muss die Ankündigung für griechische Buchstaben  $\text{⠠}$  ⠠ : wiederholt werden.

#### **Hinweis:**

Das frühere Ankündigungszeichen für griechische Großbuchstaben  $\text{⠠}$  ⠠ : wird nicht mehr angewendet.

#### **Beispiel 3.3 B01**

Winkel  $\alpha, \beta, \gamma$

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠

```

\[\text{Winkel} \ ; \ \alpha, \ ; \ \beta, \ ; \ \gamma\]

```

**Beispiel 3.3 B02**

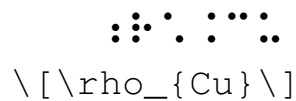
Die Summe der Winkel  $\alpha\beta\gamma$  ergibt  $180^\circ$ .



Die Summe der Winkel  $\alpha\beta\gamma$  ergibt  $180^\circ$ .

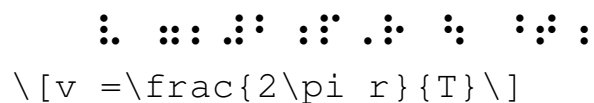
**Beispiel 3.3 B03**

$\rho_{Cu}$



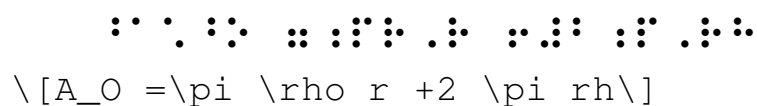
**Beispiel 3.3 B04**

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$



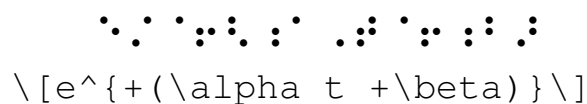
**Beispiel 3.3 B05**

$$A_0 = \pi r^2 + 2\pi r h$$



**Beispiel 3.3 B06**

$$e^{+(\alpha t + \beta)}$$







⠠⠨	H, η	Eta
⠠⠠	Θ, θ	Theta
⠠⠭	X, χ	Chi

Das Brailleschriftalphabet, das im modernen Griechenland verwendet wird, weicht bei mehreren Buchstaben von denen der deutschen Brailletext- und -mathematikschrift ab.

### 3.4 Besondere typografische Auszeichnungen

Ankündigungszeichen

⠠⠨	1. besondere typografische Auszeichnung
⠠⠠	2. besondere typografische Auszeichnung

Weisen in mathematischen Vorlagen besondere Druckformen auf verschiedene mathematische Bedeutungen hin, müssen die Unterschiede auch in der Brailleschrift kenntlich gemacht werden.

Dies ist der Fall, wenn beispielsweise bestimmte Buchstaben in Fettdruck oder gar in gotischer Druckform erscheinen, etwa um sie als Vektoren auszuzeichnen.

In der traditionellen Drucksetzung für mathematische Werke werden Einheiten und Kurzwörter durch typografische Mittel von Variablen abgehoben. In der Braillemathematikschrift werden Einheiten und Kurzwörter ohnehin besonders gekennzeichnet (siehe "4.1 Kennzeichnung von Einheitensymbolen" und "3.6 Kurzwortsymbole"). Es ist daher nicht erforderlich, einen eventuellen Kursivdruck für Variablen wiederzugeben.

Für die Kennzeichnung besonderer typografischer Auszeichnungen aller Arten stehen die beiden Ankündigungszeichen Punkt 5 ⠠⠨ und Punkte 4,5,6 ⠠⠠ zur freien Verfügung. Um welche Art von Auszeichnung es sich im Einzelfall handelt, muss in einer brailleschrifttechnischen Anmerkung erläutert werden (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung"). Da

das Zeichen Punkte 4,5,6 ⠠⠨⠠ auch Einheiten ankündigt, ist für Buchstaben das Zeichen Punkt 5 ⠠⠨⠠ zu empfehlen (siehe "4.1 Kennzeichnung von Einheitensymbolen").

Das Ankündigungszeichen für die besondere typografische Auszeichnung steht unmittelbar vor dem ersten betreffenden Buchstaben bzw. vor der eventuellen Ankündigung für griechische Buchstaben und/oder Groß-/Kleinschreibung.

Die Ankündigung gilt für die eventuell unmittelbar darauf folgenden Zeichen ⠠⠨⠠ (Griechisch), ⠠⠨⠠ oder ⠠⠨⠠ bzw. ⠠⠨⠠. (Groß- und Kleinschreibung) — bzw. Kombinationen davon — und für alle Buchstaben bis:

- zum nächsten Leerzeichen
- zum Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen ⠠⠨⠠
- zum nächsten außeralphabetischen Brailleschriftzeichen jeglicher Art

Die Ankündigungszeichen dürfen auch vor anderen Zeichen der Brailleschrift stehen, denen durch eine typografische Abhebung andere Bedeutungen zukommen. In diesem Fall gilt die Ankündigung:

- vor einem Zahlzeichen für die ganze Zahl
- direkt vor einer Ziffer nur für diese eine Ziffer
- vor allen anderen Symbolen lediglich für das darauf folgende Symbol

Die Ankündigung durch Punkt 5 ⠠⠨⠠ darf nicht bei Projektiven verwendet werden, da Punkt 5 die Verstärkung eines Projektivs einleitet (siehe "10.2 Verstärkte Projektive"). Des Weiteren ist sie dort nicht erlaubt, wo sie als Teil eines Symbols gelesen werden könnte. Zum Beispiel bildet ein vorangestellter Punkt 5 in Kombination mit eckigen Klammern ⠠⠨⠠⠠ bzw. ⠠⠨⠠⠠ nicht etwa fett gedruckte, sondern geschweifte Klammern ⠠⠨⠠⠠ bzw. ⠠⠨⠠⠠ (siehe "6.2 Einfache Klammern").

Die Ankündigung durch ⠠⠨⠠ darf dagegen dort nicht verwendet werden, wo sie mit dem ersten Teil einer unteren zusammenfassenden Markierung verwechselt werden könnte (siehe "8.2 Zusammenfassende Markierungen").

Die Ankündigung durch Punkte 4,5,6  $\cdot\cdot\cdot$  ist direkt vor einer einzelnen Ziffer einer Zahl nicht zulässig, um Verwechslungen mit der Ankündigung einer Einheit vorzubeugen.

Wird lediglich ein Teil eines Ausdrucks hervorgehoben, damit in einer Erläuterung darauf eingegangen werden kann, empfiehlt sich die Technik der horizontalen Zusammenfassungen (siehe "15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern"). Für hervorzuhebende Klammerpaare können die speziellen Brailleschriftklammern Verwendung finden (siehe "6.3 Spezielle Brailleschriftklammern").

**Beispiel 3.4 B01**

Wie lauten der Vektor  $\vec{\mathbf{v}}$  und die Strecke **AB** ?

$\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$

Wie lauten der Vektor  $\vec{\mathbf{v}}$  und die Strecke  $\mathbf{AB}$ ?

**Beispiel 3.4 B02**

**4226**

$\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$

oder

$\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$

$\backslash\mathbf{4226}\backslash$

**Beispiel 3.4 B03**

**12345, 3566**

$\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$   $\cdot\cdot\cdot$

$\backslash[1\mathbf{2}^3\mathbf{4}5, \ ; 35\mathbf{66}]\backslash$

**Beispiel 3.4 B04**

→  
**AB**

⋮⋯ ⋅ ⋮⋮ ⋮

`\[\vec{\mathbf{AB}}\]`

**Beispiel 3.4 B05**

→  
**F<sub>G</sub>**

⋮⋮⋯ ⋮⋮⋮⋮ ⋮⋮⋮⋮⋮⋮

`\[\vec{\mathbf{F}}_{\mathbf{G}}\]`

**Beispiel 3.4 B06**

**AB**, **A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>**

⋮⋯ ⋅ ⋮⋮ ⋮⋮⋯ ⋅ ⋮⋮⋮⋮ ⋮⋮⋮⋮⋮⋮

`\[\underline{\mathbf{AB}}, \underline{\mathbf{A}}_{1} \mathbf{B}_{1}\]`

**3.5 Buchstabenähnliche Symbole**

⋮⋮⋮	Δ	großes Delta als Differenzzeichen
⋮⋮⋮	Σ	Summenzeichen
⋮⋮⋮	Π	Produktzeichen
⋮⋮⋮	∈	ist Element von
⋮ ⋮⋮	∂	rundes d (für partielle Ableitung)
⋮ ⋮⋮	ħ	h-quer, reduzierte plancksche Konstante
⋮ ⋮⋮	℘	weierstraßsches p
⋮ ⋮⋮⋮	ℕ	Menge der natürlichen Zahlen
⋮ ⋮⋮⋮	ℤ	Menge der ganzen Zahlen

### 3 Buchstaben und Satzzeichen

---

⠠⠠⠠⠠⠠⠠	Q	Menge der rationalen Zahlen
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	R	Menge der reellen Zahlen
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	C	Menge der komplexen Zahlen
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	H	Menge der Quaternionen
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	P	Projektive Gerade

Für viele mathematische Symbole, deren Formen in der Schwarzschrift auf einzelne Buchstaben zurückgehen, die aber nicht mit diesen Buchstaben identisch sind, gibt es eigene Brailleschriftsymbole.

So haben die Symbole für Summe und Produkt in der Schwarzschrift die Form der griechischen Großbuchstaben Sigma und Pi. Sie werden in der Brailleschrift aufgrund ihrer Größe jedoch nicht wie diese Buchstaben behandelt, sondern jeweils mit dem für sie festgelegten Symbol  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  für Summe und  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  für Produkt geschrieben (siehe "11.1 Funktionen").

Die reduzierte plancksche Konstante (auch als "h-quer" bekannt) wird in der Schwarzschrift durch ein durchgestrichenes kleines h, in der Brailleschrift durch die feste Zeichenfolge  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  abgebildet. Analog wird bei partiellen Ableitungen das in der Schwarzschrift geschwungene kleine d in der Brailleschrift mit  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  wiedergegeben.

Auch die mit Doppelstrichen gezeichneten Großbuchstaben für die Standardmengen werden in der Brailleschrift durch eigene, jeweils aus drei Braillezeichen bestehende Symbole wiedergegeben:  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  für natürliche Zahlen,  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  für ganze Zahlen,  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠⠠}$  für rationale Zahlen usw. und gelten als außer-alphabetische Symbole (siehe Beispiel 12 B09). Bei Bedarf können weitere Symbole nach diesem Muster gebildet werden. Die Neuschöpfung muss in den Vorbemerkungen oder den Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung erläutert werden (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

Dagegen ist der griechische Kleinbuchstabe Pi nicht von den anderen griechischen Kleinbuchstaben zu unterscheiden und ist entsprechend den Regeln für die Darstellung griechischer Buchstaben zu behandeln (siehe "3.3 Griechische Buchstaben").



werden oft typografisch von Variablen usw. unterschieden, um sie nicht miteinander zu verwechseln.

In der Braillemathematikschrift existieren für etliche Funktionen eigene Symbole, die mit dem Zeichen ⠠⠠ beginnen. In diesem Fall ist ebenfalls eine Verwechslung mit Variablen ausgeschlossen.

Kommen Kurzwortsymbole vor, die in der Brailleschrift noch nicht definiert sind, können sie mit dem Schlüsselzeichen für Kurzwortsymbole ⠠⠠ eingeleitet werden. Beginnt ein Kurzwort mit einem Großbuchstaben, ist das entsprechende Ankündigungszeichen ⠠⠠ bzw. ⠠⠠ unmittelbar nach dem Schlüsselzeichen zu setzen. Das Kurzwort muss von darauffolgenden Argumenten usw. durch ein Leerzeichen oder ein Ankündigungszeichen (Zahlzeichen, Kleinschreibzeichen o. Ä.) abgegrenzt werden.

Es liegt im Ermessen des Übertragenden oder Schreibenden, Kurzwörter, für die eigene, mit dem Zeichen ⠠⠠ beginnende Symbole existieren, ebenso zu schreiben.

Das Schlüsselzeichen ⠠⠠ findet auch für die Einleitung verschiedener geometrischer Symbole Verwendung (siehe "14.1 Geometrische Symbole"). In diesen Symbolen folgt auf das Schlüsselzeichen jedoch nie ein Buchstabe.

#### **Beispiel 3.6 B01**

10 mod 8 = 2

⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠

`\[10 \; \text{mod} \; \; 8 =2\]`

#### **Beispiel 3.6 B02**

1 OR 1 = 1 aber 1 XOR 1 = 0

⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

`\[1 \; \text{OR} \; \; 1 =1 \; \; \text{aber} \; \; 1 \; \; \text{XOR} \; \; 1 =0\]`










# 4 Einheiten

## 4.1 Kennzeichnung von Einheitensymbolen



Kennzeichen für Einheitensymbole

Einheitensymbolen wird das Einheitenkennzeichen  unmittelbar vorangestellt. Es ist unerheblich, ob sie echte Maßeinheiten wie Meter oder Hilfseinheiten wie Prozent darstellen.

Bilden mehrere Einheiten einen Einheitenkomplex, bedarf es nur eines Kennzeichens, solange der Komplex nicht durch Leerzeichen oder Werte unterbrochen wird.

Bezieht sich eine Einheit direkt auf einen Wert, wird sie mit dem vorangestellten Kennzeichen unmittelbar an diesen angeschlossen. Leerzeichen in einer Schwarzschriftvorlage werden hier ignoriert.

Die Kennzeichnung von Einheiten ersetzt die typografischen Mittel, die der Schwarzschrift zur Unterscheidung der Variablen von Einheiten- und Funktionssymbolen zur Verfügung stehen. Um einer möglichen Verwechslungsgefahr verschiedener Symboltypen vorzubeugen, bedient sich die Schwarzschrift — vom Lesenden oft nur unbewusst wahrgenommen — drucktechnischer Feinheiten. Typische visuelle Kennzeichnungsmerkmale sind gerade gesetzte Buchstaben für Einheiten und kursive für Variablen — oder auch ein Leerzeichen (voll oder halb) vor Einheitensymbolen, aber nicht vor Variablen.

### Beispiel 4.1 B01

0,3 l = 300 ml

`\[0,3 \text{l} =300 \text{ml}\]`





## 4 Einheiten

---

⠠ ⠨ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	kΩ	Kilohhm
⠠ ⠨ ⠠ ⠠ ⠠	Hz	Hertz
⠠ ⠨ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	kHz	Kilohertz
⠠ ⠠ ⠠ ⠠	eV	Elektronenvolt
⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ oder		
⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	MeV	Megaelektronenvolt
⠠ ⠠ ⠠	s	Sekunde
⠠ ⠠ ⠠ ⠠	sec	Sekunde
⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	min	Minute
⠠ ⠠ ⠠ ⠠	Å	Ångström

Die Buchstaben, die das Einheitensymbol bilden, werden im Anschluss an das Kennzeichen für Einheiten nach den üblichen Regeln geschrieben (siehe "3 Buchstaben und Satzzeichen").

Ist ein Buchstabe mit Akzent Bestandteil eines Einheitensymbols, wird dieser durch Punkt 4 ⠠ ⠠ und den Grundbuchstaben dargestellt.

### Beispiel 4.4 B01

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}$$

```

⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠
\[1 \text{atm} =101,325 \text{kPa}\]
```

### Beispiel 4.4 B02

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$$

```

⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠
\[1 \text{Hz} =1 \text{s}^{-1}\]
```









## 4.6 Währungssymbole

### Ausgewählte Währungssymbole

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	€	Euro (Eurozone)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	EUR	Euro (Eurozone)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	ct	Euro-Cent (Eurozone)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	Fr.	Franken (Schweiz)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	CHF	Franken (Schweiz)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	\$	Dollar (vor allem USA)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	USD	Dollar (USA)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	¢	Cent (vor allem USA)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	£	Pfund (vor allem Großbritannien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	GBP	Pfund (Großbritannien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	TL	Pfund/Lira (Türkei)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	TRL	Pfund/Lira (Türkei)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	dkr	Krone (Dänemark)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	DKK	Krone (Dänemark)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	Kc	Krone (Tschechische Republik)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	CZK	Krone (Tschechische Republik)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	₹	Rupie (Indien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	INR	Rupie (Indien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	\$A	Dollar (Australien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	AUD	Dollar (Australien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	NZ\$	Dollar (Neuseeland)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	NZD	Dollar (Neuseeland)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	¥	Yen (Japan)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	JPY	Yen (Japan)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	¥	Yuan (China)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	CNY	Yuan (China)

Währungssymbolen wird wie anderen Einheitensymbolen das Einheitenkennzeichen  $\text{⠠}$  vorangestellt.

Steht eine mit Punkt abgeschlossene Währungseinheit vor dem Wert, wird kein Leerzeichen zwischen den beiden gesetzt.

**Beispiel 4.6 B01**

7 €

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$   
`\[7 \euro\]`

**Beispiel 4.6 B02**

5 € 27 ct

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$   
`\[5 \euro \; 27 \text{ct}\]`

**Beispiel 4.6 B03**

€ 5.638,50

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$   
`\[\euro 5.638,50\]`

**Beispiel 4.6 B04**

EUR 83 Mio.

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$   
`\[\text{EUR} \; 83 \text{Mio.}\]`

**Beispiel 4.6 B05**

(Anm.: Siehe Erklärung zum Punkt in Schweizer Geldbeträgen in "2.1.3 Dezimalbrüche".)

Fr. 21.50

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$   
`\[\text{Fr.} \; 21.50\]`



# 5 Operations- und Relationszeichen

Für Symbole, deren Namen mit einem Stern gekennzeichnet sind, werden im Anschluss an die Listen besondere Regeln beschrieben.

## A Häufig gebrauchte Zeichen

⋅	+	plus
⋅⋅	−	minus
⋅.	•	mal (Punkt)*
⋅⋅	:	geteilt durch, verhält sich zu (Doppelpunkt)
⋅⋅	=	gleich
⋅⋅.	>	größer als
⋅⋅.	<	kleiner als

## B Operationszeichen

⋅	+	plus
⋅⋅	−	minus
⋅⋅⋅⋅	±	plus/minus
⋅⋅⋅⋅	∓	minus/plus
⋅.	•	mal (Punkt)*
⋅⋅	×	mal (Kreuz)
⋅ ⋅⋅	*	mal (Stern)
⋅⋅	◦	verknüpft mit (Kuller, Verkettungszeichen, Kreisoperator)
⋅⋅	:	geteilt durch, verhält sich zu (Doppelpunkt)
⋅⋅	/, −	Bruchstrich* (Leerzeichenregeln siehe "9 Brüche")

## 5 Operations- und Relationszeichen

---

⋮⋮	!	Fakultät*
 C Relationszeichen		
⋮⋮	=	gleich
⋮⋮⋮	≠	ungleich
⋮⋮⋮	≡	identisch gleich, kongruent (Zahlentheorie)
⋮⋮⋮⋮	≇	nicht identisch gleich, inkongruent (Zahlentheorie)
⋮⋮⋮	≐	definitionsgemäß gleich (Doppelpunkt Gleichheitszeichen)
⋮⋮⋮⋮	≑	definitionsgemäß gleich (Gleichheitszeichen Doppelpunkt)
⋮⋮⋮⋮⋮	≒	vertauschbar (Doppelpunkt Gleichheitszeichen Doppelpunkt)
⋮⋮⋮	~	ähnlich, äquivalent, proportional
⋮⋮⋮⋮	∉	nicht ähnlich, nicht äquivalent, nicht proportional
⋮⋮⋮⋮	≈	ungefähr gleich
⋮⋮⋮⋮	>	größer als
⋮⋮⋮⋮⋮	⋈	nicht größer als
⋮⋮⋮⋮	≥	größer oder gleich
⋮⋮⋮⋮	<	kleiner als
⋮⋮⋮⋮⋮	⋈	nicht kleiner als
⋮⋮⋮⋮	≤	kleiner oder gleich
⋮⋮⋮⋮⋮	≫	groß gegen
⋮⋮⋮⋮⋮	≪	klein gegen
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	≧	größer oder kleiner als
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	≦	kleiner oder größer als
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	≧≦	größer, gleich oder kleiner

## 5 Operations- und Relationszeichen

---

$\cdot \leq \cdot$	$\leq$	kleiner, gleich oder größer
$\cdot \cong \cdot$	$\cong$	entspricht
$\cdot \approx \cdot$	$\approx$	entspricht ungefähr

### D Teilt (Zahlentheorie)

$\cdot \mid \cdot$	$\mid$	teilt
$\cdot \nmid \cdot$	$\nmid$	teilt nicht

### E Mengenlehre (siehe "12 Mengenlehre")

$\cdot \cup \cdot$	$\cup$	vereinigt mit
$\cdot \cap \cdot$	$\cap$	geschnitten mit
$\cdot \setminus \cdot$	$\setminus$	vermindert um, ohne
$\cdot \Delta \cdot$	$\Delta$	symmetrische Differenz
$\cdot \sqcup \cdot$	$\sqcup$	vel (Verbandstheorie)
$\cdot \sqcap \cdot$	$\sqcap$	et (Verbandstheorie)
$\cdot \in \cdot$	$\in$	ist Element von
$\cdot \notin \cdot$	$\notin$	ist nicht Element von
$\cdot \ni \cdot$	$\ni$	hat zum Element
$\cdot \subset \cdot$	$\subset$	ist enthalten in, ist Teilmenge von
$\cdot \subseteq \cdot$	$\subseteq$	ist enthalten in oder gleich
$\cdot \supset \cdot$	$\supset$	enthält, ist Obermenge von
$\cdot \supseteq \cdot$	$\supseteq$	enthält oder ist gleich

### F Logik (siehe "13 Logik")

$\cdot \wedge \cdot$	$\wedge$	und
$\cdot \vee \cdot$	$\vee$	oder
$\cdot \neg \cdot$	$\neg$	nicht

### G Geometrie (siehe "14.1 Geometrische Symbole")

$\cdot \cong \cdot$	$\cong$	kongruent (Geometrie)
---------------------	---------	-----------------------



## 5 Operations- und Relationszeichen

---

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	≇	inkongruent (Geometrie)
⠠⠨⠠⠨	$\bar{\wedge}$	projektiv zu
⠠⠨⠠⠨	$\overline{\wedge}$	perspektiv zu
⠠⠨⠠⠨	$\perp$	senkrecht auf
⠠⠨⠠⠨	$\parallel$	parallel zu (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	$\#$	parallel und gleich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

H Pfeile (siehe "7 Pfeile")

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	→	Pfeil nach rechts
⠠⠨⠠⠨	→	Pfeil nach rechts
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	←	Pfeil nach links
⠠⠨⠠⠨	←	Pfeil nach links
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	↔	Doppelpfeil mit einfachem Schaft
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	↔	Doppelpfeil mit einfachem Schaft
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	⇒	Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	⇒	Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	⇔	Äquivalenzpfeil (Doppelpfeil mit doppeltem Schaft)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	⇔	Äquivalenzpfeil (Doppelpfeil mit doppeltem Schaft)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	↪	Zuordnungspfeil
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	↑	Pfeil nach oben
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	↓	Pfeil nach unten

Vor beinahe allen Operations- und Relationszeichen ist ein Leerzeichen zu setzen, nach ihnen dagegen nicht. Da viele Operations- und Relationszeichen keinen Punkt der oberen Punktreihe (Punkte 1 und 4) enthalten, erleichtert der

Anschluss an das unmittelbar darauffolgende Zeichen das Erkennen der vertikalen Position der Punkte mit dem Finger.

Das Leerzeichen vor einem Operations- bzw. Relationszeichen entfällt nur nach Zeichen der Brailleschrift, auf die ohnehin kein Leerzeichen folgen darf. Dies sind vor allem die Operations- und Relationszeichen, öffnende Klammern, Exponenten und Indizes sowie das Wurzelzeichen.

Das Leerzeichen vor dem Malpunkt wird oft weggelassen, um die Zusammengehörigkeit beider Teilausdrücke zu verdeutlichen. Damit der Punkt nicht als Gliederungspunkt gelesen wird, muss eine darauf folgende Zahl mit Zahlzeichen versehen werden.

Für den Bruchstrich und das Fakultätzeichen gelten die oben erläuterten allgemeinen Leerzeichenregeln für Operations- und Relationszeichen nicht.

Die Wiedergabe von Brüchen wird im Kapitel "9 Brüche" ausführlich behandelt.

Das Fakultätzeichen  $\text{⠠⠠⠠⠠}$  folgt unmittelbar auf den Term. Ein Leerzeichen nach dem Fakultätzeichen schließt eine Verwechslung mit einem der vielen Symbole, die mit dem Schlüsselzeichen  $\text{⠠⠠⠠⠠}$  beginnen, aus. Falls sich an dieser Stelle kein Leerzeichen ergibt, muss für Eindeutigkeit gesorgt werden. Zum Beispiel kann vor eine öffnende Klammer ein Malpunkt (ggf. mit einer brailleschrifttechnischen Anmerkung) oder aber der Zusammenhaltepunkt  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠}$  eingefügt werden, um die Eindeutigkeit zu gewährleisten (siehe Beispiel 5 B10).

Der senkrechte bzw. schräge Strich durch ein Schwarzschriftsymbol, der die Bedeutung des Symbols negiert, wird in der Brailleschrift durch ein vorangestelltes  $\text{⠠⠠⠠⠠⠠}$  wiedergegeben.

Einzelne Relationssymbole können in der Schwarzschrift verschiedene Formen haben. Der untere Strich beim Symbol für "größer oder gleich" kann zum Beispiel waagrecht oder schräg dargestellt sein. Das Brailleschriftsymbol steht jeweils für alle gängigen Varianten des Schwarzschriftsymbols.

### **Hinweise:**

Für Markierungen an Symbolen, die wie Operations- bzw. Relationszeichen aussehen, siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen".

Das früher übliche Divisionszeichen  $\div$  wurde aus dem Zeichenbestand gestrichen.

### Beispiel 5 B01

$$8 + 7 = 7 + 8$$

⠠⠨ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠨ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠨ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠨ ⠠⠆

`\[8 +7 =7 +8\]`

### Beispiel 5 B02

$$x - 5 = 2$$

⠠⠭ ⠠⠐ ⠠⠖ ⠠⠐ ⠠⠒

`\[x -5 =2\]`

### Beispiel 5 B03

$$63 \cdot 5 = 315$$

⠠⠖ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠒ ⠠⠐ ⠠⠖ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠒ ⠠⠐ ⠠⠖ ⠠⠆

oder

⠠⠖ ⠠⠐ ⠠⠒ ⠠⠐ ⠠⠖ ⠠⠆ ⠠⠐ ⠠⠒ ⠠⠐ ⠠⠖ ⠠⠆

`\[63 \cdot 5 =315\]`

### Beispiel 5 B04

$$a \cdot b = b \cdot a$$

⠠⠁ ⠠⠐ ⠠⠃ ⠠⠐ ⠠⠃ ⠠⠐ ⠠⠃ ⠠⠐ ⠠⠁

`\[a \cdot b =b \cdot a\]`

**Beispiel 5 B05**

$$34 \times 5 = 170 \text{ oder } 34 * 5 = 170$$

Braille representation of the equation above.

```
\[34 \times 5 =170 \; \text{oder} \; 34 *5 =170\]
```

**Beispiel 5 B06**

$$8 \cdot (-7) = -56$$

Braille representation of the equation above.

oder

Braille representation of the equation above.

```
\[8 \cdot (-7) =-56\]
```

**Beispiel 5 B07**

$$10 : 4 = 2,5$$

Braille representation of the equation above.

```
\[10 :4 =2,5\]
```

**Beispiel 5 B08**

$$a : b = c$$

Braille representation of the equation above.

```
\[a :b =c\]
```

**Beispiel 5 B09**

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n$$

Braille representation of the equation above.

oder

Braille representation of the equation above.

```
\[n! =1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (n -1) \cdot n\]
```

**Beispiel 5 B10**

$$(a + 1)! = a!(a + 1)$$

$$\cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot$$

oder

$$\cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash[(a + 1)! = a! (a + 1)\backslash]$$

**Beispiel 5 B11**

$$f \circ g(x)$$

$$\cdot \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash[f \circ g(x)\backslash]$$

# 6 Klammern und senkrechte Striche

Folgende Symbole werden auf der "Innenseite" direkt an das benachbarte Zeichen angeschlossen:

⠠⠨	(	runde öffnende Klammer
⠠⠨	)	runde schließende Klammer
⠠⠨	[	eckige öffnende Klammer
⠠⠨	]	eckige schließende Klammer
⠠⠨	{	geschweifte öffnende Klammer
⠠⠨	}	geschweifte schließende Klammer
⠠⠨	<	spitze öffnende Klammer
⠠⠨	>	spitze schließende Klammer
⠠⠨	<	stumpfwinklige öffnende Klammer
⠠⠨	>	stumpfwinklige schließende Klammer
⠠⠨	⌈	gaußsche öffnende Klammer (obere Grenze)
⠠⠨	⌋	gaußsche schließende Klammer (obere Grenze)
⠠⠨	⌊	gaußsche öffnende Klammer (untere Grenze)
⠠⠨	⌋	gaußsche schließende Klammer (untere Grenze)
⠠⠨		runde spezielle öffnende Brailleschriftklammer
⠠⠨		runde spezielle schließende Brailleschriftklammer
⠠⠨		eckige spezielle öffnende Brailleschriftklammer

⠠⠠⠠⠠⠠⠠		eckige spezielle schließende Brailleschriftklammer
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠		geschweifte spezielle öffnende Brailleschriftklammer
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠		geschweifte spezielle schließende Brailleschriftklammer
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	{	Zeilenzusammenfassungsklammer: mehrere Zeilen zusammenfassende große linke geschweifte Klammer
⠠⠠⠠⠠⠠⠠		senkrechter Strich
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠		senkrechter Doppelstrich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠		brailleschrifttechnische Anmer- kungsklammern (öffnend und schließend)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠		Beginn einer neuen Zeile

Für liegende zusammenfassende Klammern siehe "15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern".

### 6.1 Allgemeines zu Klammern

In der Mathematikschrift ist die genaue Wiedergabe des Unterschieds zwischen öffnenden und schließenden Klammern unerlässlich. Deshalb sind die Klammern der brailleschen Textschrift für mathematische Ausdrücke ungeeignet. In der Mathematikschrift sind daher eigene Klammerformen erforderlich.

### 6.2 Einfache Klammern

Allen Klammersymbolen gemeinsam ist, dass sie auf den Innenseiten direkt, also ohne Leerzeichen, an den einzuklammernden Inhalt angeschlossen werden. Ob auf der Außenseite der Klammer ein Leerzeichen stehen muss, ist vom benachbarten Zeichen abhängig.







Die speziellen Brailleschriftklammern können unterschiedlich Verwendung finden, zum Beispiel,

- um Gestaltungstechniken der Schwarzschrift zur Trennung mathematischer Ausdrücke wiederzugeben, die sich in der Brailleschrift nicht oder nur schwer realisieren lassen
- um besonders hervorgehobene Klammern darzustellen
- um die besondere Hervorhebung einzelner Ausdrucksteile wiederzugeben
- um einzelne Teile komplizierter Ausdrücke besser gliedern zu können.

In der Schwarzschrift werden Bedingungen für die Gültigkeit eines vorausgehenden Ausdrucks oft räumlich abgesetzt und am Ende derselben Zeile geschrieben. Die kurzen Brailleschriftzeilen lassen eine solche Technik selten zu. Das Einschließen der Bedingungen in speziellen Brailleschriftklammern sorgt für die nötige Abtrennung und weist gleichzeitig darauf hin, dass die Klammern selber in der Schwarzschriftvorlage nicht erscheinen.

Sind in der Schwarzschrift Klammerpaare besonders — etwa durch Farbe oder Fettdruck — hervorgehoben, so bieten die speziellen Brailleschriftklammern eine elegantere Darstellung als der Einsatz eines Ankündigungszeichens für besondere typografische Auszeichnungen (siehe "3.4 Besondere typografische Auszeichnungen"). In diesem Fall muss die Form der Klammern in einer Anmerkung zur Brailleübertragung festgehalten werden (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

Die speziellen Brailleschriftklammern können auch verwendet werden, um besonders hervorgehobene Teilausdrücke zu kennzeichnen. Auch in diesem Fall muss die Form der Klammern in einer Anmerkung zur Brailleübertragung festgehalten werden (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

In der mathematischen Notation der Schwarzschrift bietet die räumliche Verteilung der Symbole subtile Möglichkeiten, das Verhältnis einzelner Symbole zueinander klarzustellen. Bei der Übertragung komplexer Ausdrücke in die Brailleschrift kann es daher von Vorteil sein, die Zusammenhänge dieser Symbole durch ein zusätzliches Klammerpaar deutlich zu machen. Hierfür eignen sich die speziellen Brailleschriftklammern. Sie sig-



Manchmal ist es zweckmäßig, die Schwarzschriftdarstellung eines mathematischen Ausdrucks über mehrere Zeilen in die Brailleschrift zu übernehmen, beispielsweise zur Veranschaulichung bei der Einführung des Matrixbegriffs. In dieser Darstellungsform erscheinen die Klammersymbole untereinander auf jeder Zeile. Die einzelnen Terme innerhalb der Klammern werden so ausgerichtet, dass die Spalten gut erkennbar sind. Leerzeichen innerhalb von Termen sind mit Punkt 4  $\cdot$  auszufüllen, um die Zugehörigkeit der Elemente zu verdeutlichen. Große Leerräume sind zu vermeiden (siehe Beispiel 6.4 B04).

### Hinweis:

Diese Darstellungsform führt nicht zur selben Überblickbarkeit wie in der Schwarzschrift. Sie ist zudem sehr aufwändig zu schreiben und eignet sich weniger für die Routinearbeit.

### Beispiel 6.4 B01

$$\binom{n}{k} \quad \binom{5}{3}$$

⠠⠨ ⠠⠕ ⠠⠎ ⠠⠑ ⠠⠓ ⠠⠎

```

\[\left( \begin{array}{c}
n \\
k
\end{array} \right)
\left( \begin{array}{c}
5 \\
3
\end{array} \right)\]

```

oder

```

\[\binom{n}{k} \binom{5}{3}\]

```



**Beispiel 6.4 B04**

$$\begin{pmatrix} 0 & x+1 \\ x-1 & 0 \end{pmatrix}$$

oder

```

\[\left( \begin{array}{cc} 0 & x +1 \\ x -1 & 0 \end{array} \right)\]
    
```

**Beispiel 6.4 B05**

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{für rationale } x \\ 0 & \text{für irrationale } x \end{cases}$$

oder

Eine Möglichkeit in der Kurzschrift:

```

\[f(x) =\left\{
1 \ ; \ \text{für rationale} \ ; \ x \ \
0 \ ; \ \text{für irrationale} \ ; \ x \ \
\right.\]
    
```



## 6.5 Senkrechte Striche

$\text{⋮}$		senkrechter Strich
$\text{⋮} \text{⋮}$		senkrechter Doppelstrich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
$\text{⋮} \text{:⋮}$		Beginn einer neuen Zeile

Einzelne senkrechte Striche werden mit dem Symbol  $\text{⋮}$  dargestellt, zum Beispiel als Relationszeichen für "teilt" oder bei der Lösung von Gleichungen, um die Beschreibung des aktuellen Lösungsschritts von der Gleichung abzutrennen (siehe "5 Operations- und Relationszeichen" und "A1.6 Das Lösen von Gleichungen").

Treten die Striche paarweise auf, zum Beispiel als Betragsstriche oder als Determinantenstriche bei Matrizen, werden sie wie Klammern behandelt.

### Beispiel 6.5 B01

$$P(2 | 5)$$

$\text{⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{⋮} \text{:⋮} \text{:⋮}$   
 $\backslash [P(2 | 5) \backslash]$

### Beispiel 6.5 B02

$$|-3| = 3$$

$\text{⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮}$   
 $\backslash [|-3| = 3 \backslash]$

### Beispiel 6.5 B03

$$\varepsilon = |a - \bar{a}|$$

$\text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮} \text{:⋮}$   
 $\backslash [\varepsilon = |a - \overline{a}| \backslash]$





`\end{array} \right|\]`

### Beispiel 6.5 B09

$$\|a \cdot x\| = |a| \cdot \|x\|$$

· ⋮ · · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮

`\[\|a \cdot x\| = |a| \cdot \|x\|\]`

## 6.6 Textklammern in der Mathematik

Auch in mathematischen Passagen treten Klammern auf, die eher eine Text- als eine mathematische Funktion erfüllen. Zu diesem Zweck dürfen die Klammern der Textschrift in die Mathematikschrift "importiert" werden. Sie werden dann durch einen vorausgehenden Punkt 6 ⋮ . von mathematischen Symbolen (wie dem Gleichheitszeichen) unterschieden (siehe "3.7 Satzzeichen").

Nicht alle Klammern in einer mathematischen Umgebung haben die eigentliche Funktion mathematischer Klammern. Beispiele hierfür sind Formelnummern, Gleichungsbedingungen und Einheiten hinter Gleichungen. Hier ist es der schreibenden bzw. übertragenden Person überlassen, Text- oder mathematische Klammern zu wählen.

### Beispiel 6.6 B01

$$I_1 = I_2 = I \quad (\text{Gesamtstrom})$$

· ⋮ · · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮ · ⋮

`\[I_{1} = I_{2} = I \quad \text{(Gesamtstrom)}\]`



# 7 Pfeile

Die Braillemathematikschrift verfügt über zwei Darstellungsarten für Pfeile.

- In der modularen Wiedergabe werden Pfeile aus Elementen für Richtung (horizontal, vertikal oder diagonal), Schaft- und Spitzenform zusammengesetzt.
- Für einige horizontale Pfeile stehen zusätzlich definierte Darstellungen zur Verfügung.

## 7.1 Modulare Pfeile

Pfeilmodule

⠠⠨	Schlüsselzeichen für Pfeildarstellungen
⠠⠨⠨	einfacher vertikaler Schaft
⠠⠨⠠	einfacher horizontaler Schaft
⠠⠨⠠⠨	einfacher diagonaler Schaft (links oben/rechts unten)
⠠⠨⠠⠨⠨	einfacher diagonaler Schaft (links unten/rechts oben)
⠠⠨⠨⠨	doppelter horizontaler Schaft
⠠⠨⠨⠨⠨	gestrichelter einfacher vertikaler Schaft
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	gestrichelter einfacher horizontaler Schaft
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	gestrichelter einfacher diagonaler Schaft (links oben/rechts unten)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	gestrichelter einfacher diagonaler Schaft (links unten/rechts oben)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	gestrichelter doppelter horizontaler Schaft
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨⠨	einfache Spitze nach links oder unten

•		einfache Spitze nach rechts oder oben
• •		doppelte Spitze nach links oder unten
• •		doppelte Spitze nach rechts oder oben
..		Strich durch den Schaft
:		kleiner Querstrich eines Zuordnungspfeils

Horizontale Pfeile, bei denen zumeist auf das Schlüsselzeichen verzichtet wird

• • •	→	Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
• • •	←	Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
• • • •	↔	Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen
• : • • •	↪	Zuordnungspfeil

Mit der modularen Darstellung können Pfeile mit verschiedenen Schaft- und Spitzenformen in acht verschiedene Richtungen wiedergegeben werden.

Ein Pfeilsymbol wird je nach Vorhandensein der Elemente — ähnlich wie in einem Baukastensystem — wie folgt zusammengesetzt:

- Schlüsselzeichen für Pfeile
- Strich durch den Schaft bzw. Querstrich beim Zuordnungspfeil
- Spitze am linken, bei vertikalen Pfeilen am unteren Ende des Schafts (falls vorhanden)
- Schaft
- Spitze am rechten, bei vertikalen Pfeilen am oberen Ende des Schafts (falls vorhanden)

Drei- und mehrfache Spitzen werden analog den doppelten gebildet.

Die horizontalen Pfeile ⠠⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠⠠ sowie ⠠⠠⠠ (Zuordnungspfeil) werden meistens ohne Schlüsselzeichen geschrieben.

Sind weitere Pfeilformen — zum Beispiel eine gebogene Spitze — darzustellen, kann eines der folgenden Zeichen zwischen dem Schlüssel- und dem darauf folgenden Zeichen eingeschoben werden: ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ und ⠠⠠⠠⠠ (das im letzten Fall zu verwendende Zeichen ist das zweite Vollzeichen). Ein solches Zeichen könnte auch als ein weiteres Schaft- oder Spitzenformzeichen dienen. Die Bedeutung des verwendeten Zeichens ist in einer brailleschrifttechnischen Anmerkung zu erläutern (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

Die modular wiedergegebenen Pfeile haben verschiedene Funktionen und deren Bezug zu benachbarten Zeichen ist dementsprechend nicht einheitlich. Daher stehen sie teilweise zwischen Leerzeichen und teilweise an andere Zeichen angeschlossen. Als Markierung schließen sie zum Beispiel unmittelbar an die Symbole, die sie modifizieren, an (siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen"). Als Relations- oder Operationszeichen werden sie nach einem Leerzeichen und angeschlossen an das folgende Zeichen geschrieben (siehe "5 Operations- und Relationszeichen").

### **Hinweise:**

Wenn ein modularer Pfeil mit einer nach links gerichteten Spitze ⠠⠠ endet, muss dafür gesorgt werden, dass dieses Zeichen weder mit dem Zeichen für besondere typografische Auszeichnungen noch mit der Verstärkung eines Projektivs verwechselt werden kann (siehe "3.4 Besondere typografische Auszeichnungen" und "10.2 Verstärkte Projektive").

Für Pfeilbeschriftungen siehe "7.3 Beschriftung von Pfeilen".

**Beispiel 7.1 B01**

$$x \mapsto \arctan x$$

```

:: :... :· : :
\[x \mapsto \arctan x\]

```

**Beispiel 7.1 B02**

$$\bar{f} : x \mapsto \sqrt{x}$$

```

:: .. .. : :... :
\[ \overline{f} : x \mapsto \sqrt{x} \]

```

**Beispiel 7.1 B03**

$$\lim_{x \rightarrow p} f(x) = \lim_{x \nearrow p} f(x) = \lim_{x \searrow p} f(x)$$

```

:: : : :... : : : : : : : : : : : : :
:: : : : : : : : : : : : : :
\[ \lim_{x \rightarrow p} f(x)
= \lim_{x \nearrow p} f(x)
= \lim_{x \searrow p} f(x) \]

```

**Beispiel 7.1 B04**










$$f_2 \circ f_1 : \begin{cases} D_1 \rightarrow \mathbb{R} \\ x \mapsto f_1(x) \end{cases}$$

```

:: : : : : : : : : : : : : :
:: : : : : : : : : : : : :
\[ f_{2} \circ f_{1} : \left\{
D_{1} \to \mathbb{R}
\ x \mapsto f_{1}(x) \right. \]

```

## 7.2 Definierte Pfeile

	→	Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
	←	Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
	↔	Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen
	⇒	Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)
	⇐	Pfeil nach links mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze
	⇔	Pfeil nach links und rechts mit doppeltem Schaft und einfachen Spitzen (Äquivalenzpfeil)
	→	Pfeil nach rechts mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
	←	Pfeil nach links mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
	↔	Pfeil nach links und rechts mit gestricheltem Schaft und einfachen Spitzen

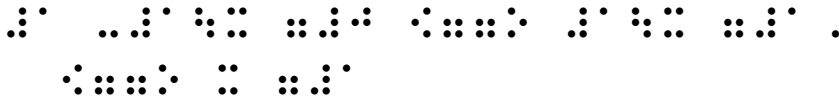
Die Wiedergabe als definierter Pfeil eignet sich vor allem dort, wo der Pfeil als Operations- oder Relationszeichen einen mathematischen Ausdruck unterteilt. Pfeile als Markierung oder Zusatz an einem Symbol sind im Allgemeinen besser mit modularen Pfeilen darzustellen.

Definierte Pfeile sind generell zwischen Leerzeichen zu setzen. Ausnahmen bestehen dort, wo benachbarte Symbole dies nicht zulassen (etwa Klammern). Für Pfeilbeschriftungen siehe "7.3 Beschriftung von Pfeilen".



**Beispiel 7.2 B01**

$$1 - \frac{1}{x} = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{x} = 1 \Leftrightarrow x = 1$$



```
\[1 -\frac{1}{x} =0 \Leftrightarrow
\frac{1}{x} =1 \Leftrightarrow x =1\]
```

**Beispiel 7.2 B02**

$$g \perp h \Rightarrow a_g \overset{\rightarrow}{\circ} a_h = 0$$



```
\[g \perp h \Rightarrow \vec{a}_{g} \circ
\vec{a}_{h} =0\]
```

**7.3 Beschriftung von Pfeilen**

In der Brillemathematikschrift werden Pfeilbeschriftungen — ungeachtet ihres räumlichen Bezugs zum Pfeil in der Vorlage — im Anschluss an den Pfeil stets in Klammern geschrieben.

Auf den Pfeil folgt Punkt 4 ⠠· und die Beschriftung wird in speziellen runden Brailleschriftklammern ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ eingeschlossen. Ein Wechsel zur Textschrift muss gekennzeichnet werden. Auf die schließende Klammer folgt ein Leerzeichen oder ein Satzzeichen.

Alternativ dürfen je nach Inhalt runde mathematische Klammern ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ und ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ oder aber runde Textklammern ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ verwendet werden. Vor die öffnende Klammer wird bei mathematischen Klammern Punkt 4 ⠠· und bei Textklammern Punkt 6 ⠠. gesetzt. Das Schriftsystem innerhalb der Klammern entspricht der gewählten Klammerart.

Steht die Beschriftung in der Vorlage selbst in Klammern und sind diese von inhaltlicher Bedeutung, werden sie übernommen und durch die oben beschriebenen Klammern ergänzt.



# 8 Einfache und zusammenfassende Markierungen

## An- und Abkündigungszeichen

⋮ :	Ankündigungszeichen für einfache obere Markierungen
⋮ :	Ankündigungszeichen für einfache untere Markierungen
⋮ :	Ankündigungszeichen für zusammenfassende obere Markierungen
⋮ :	Ankündigungszeichen für zusammenfassende untere Markierungen
⋮ :	Verstärkungszeichen für zusammenfassende Markierungen
⋮ ·	zweites Verstärkungszeichen für zusammenfassende Markierungen bei Verschachtelungen
⋮ :	Abkündigungszeichen für zusammenfassende Markierungen
⋮ ::	Abkündigungszeichen für verstärkte zusammenfassende Markierungen
⋮ ·:	zweites Abkündigungszeichen für verstärkte zusammenfassende Markierungen

## Markierungen, die in der Schwarzschrift rechts oben oder rechts unten am Symbol stehen

⋮ ·	'	Strich (schräg oder gerade)
⋮ *	*	Stern
⋮ ×	×	Kreuz (schräg)
⋮ +	+	Pluszeichen
⋮ ..	-	Minuszeichen
⋮ ⌋	⌋	Haken (Versicherungsmathematik)*

Markierungen, die in der Schwarzschrift über oder unter dem Symbol stehen

⋯	—	waagrechter Strich
⋯	~	Schlangenlinie (Tilde)
⋮	•	Punkt
⋮	◦	Kreis, Kuller
⋮	^	Dach*
⋮	=	Gleichheitszeichen
⋮	⌒	Bogen
⋯	→	Pfeil nach rechts
⋯	←	Pfeil nach links
⋮	>	Keil mit Spitze rechts*
⋮	<	Keil mit Spitze links*

\* Auf die Zeichen für den versicherungsmathematischen Haken, das Dach und die Keile muss jeweils ein Leer- oder Satzzeichen folgen, da sie sonst mit anderen Zeichen verwechselt werden können.

Markierungen sind Zusätze, die in der Schwarzschrift oberhalb, unterhalb oder rechts von einem Symbol geschrieben werden, um dessen Bedeutung zu ändern.

Beispiele hierfür sind:

- Pfeile über Buchstaben, die sie als Vektoren kennzeichnen.
- Striche über Buchstaben, die sie als Strecken kennzeichnen.
- Striche nach Buchstaben, die sie als geometrische Abbildungen kennzeichnen.
- Striche nach Funktionssymbolen, die Differentialableitungen markieren.

Tief- oder hochgestellte Buchstaben und Zahlen an einem Symbol zählen dagegen nicht zu den Markierungen. Sie werden als Indizes behandelt (siehe "10.3 Indizes und Exponenten"). Ebenso wenig sind Symbole für Einheiten wie Grad oder Winkelminute Markierungen.

Der in der Schwarzschrift übliche Strich über sich wiederholenden Ziffern und Ziffernfolgen in periodischen Dezimalbrüchen wird in der Brailleschrift nicht durch eine Markierung wiedergegeben (siehe "2.1.4 Periodische Dezimalbrüche").

Es wird brailleschrifttechnisch zwischen einfachen und zusammenfassenden Markierungen unterschieden. Einfache Markierungen beziehen sich auf ein einzelnes Symbol. Zusammenfassende Markierungen erstrecken sich über mehrere Symbole, die sie so "zusammenfassen".

Die Ankündigungszeichen werden direkt vor, die Abkündigungszeichen unmittelbar hinter dem Zeichen bzw. der Zeichenfolge geschrieben.

### **Hinweis:**

Die früheren Symbole für Keil mit Spitze rechts  $\text{⠠⠠⠠}$  und Spitze links  $\text{⠠⠠⠠}$  wurden durch die in der Liste aufgeführten Symbole ersetzt.

## **8.1 Einfache Markierungen**

Markierungen, die sich auf ein einzelnes Symbol beziehen, stehen in der Brailleschrift rechts neben dem Symbol, ungeachtet dessen, ob sie in der Schwarzschrift oberhalb, unterhalb oder rechts vom Symbol stehen.

Ein Ankündigungszeichen leitet die Markierung ein und gibt an, ob sie in der Schwarzschrift oben bzw. oben rechts oder unten bzw. unten rechts steht. Das Ankündigungszeichen wird bei oberen Markierungen üblicherweise weggelassen.

Ist ein Symbol sowohl mit Markierungen als auch mit Indizes bzw. Exponenten versehen, so werden die Markierungen in der Regel vor letzteren geschrieben (siehe "10.3 Indizes und Exponenten").

Werden an einem Hauptsymbol mehrere Markierungen derselben Art durch eine eingeklammerte Zahl ersetzt, wird diese als Index geschrieben.

**Beispiel 8.1 B01**

$$f', f'', f''', f^{(4)}$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮  
`\[f', f'', f''', f^{(4)}\]`

**Beispiel 8.1 B02**

$$y'' = f(x, y, y')$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮  
`\[y'' = f(x, y, y')\]`

**Beispiel 8.1 B03**

$$\tilde{A}\tilde{x} + \tilde{b} = 0$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮  
`\[\tilde{A}\tilde{x} + \tilde{b} = 0\]`

**Beispiel 8.1 B04**

$$\overline{f}: x \mapsto \sqrt{x}$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮  
`\[\overline{f}: x \mapsto \sqrt{x}\]`

**Beispiel 8.1 B05**

$$c_k^*$$

⋮ ⋮  
`\[{\overset{*}{c}}_k\]`

**Beispiel 8.1 B06**

$$a'_n$$

⋮ ⋮  
`\[a'_{n}\]`

**Beispiel 8.1 B07**

(Anm.: Die Strich-Markierung steht nach dem Hauptsymbol mit unterem Index und erfasst somit beide.)

$$y_1'$$

$$\ddot{y}_1'$$

`\[{\y_{1}}'\]`

**Beispiel 8.1 B08**

$$\dot{y}_{n+1}$$

$$\ddot{\dot{y}}_{n+1}$$

`\[\dot{y}_{n+1}\]`

**Beispiel 8.1 B09**

Manchmal wird mit  $\mathbb{Q}_+$  die Menge der positiven rationalen Zahlen und mit  $\mathbb{Q}_0^+$  dieselbe Menge mit der Zahl 0 bezeichnet.

$$\mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+$$

oder

$$\mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \\ \mathbb{Q}_+ \quad \mathbb{Q}_0^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+ \quad \mathbb{Q}^+$$

Manchmal wird mit  $\mathbb{Q}_+$  die Menge der positiven rationalen Zahlen und mit  $\mathbb{Q}_0^+$  dieselbe Menge mit der Zahl 0 bezeichnet.

## 8.2 Zusammenfassende Markierungen

Zusammenfassende Markierungen beziehen sich auf mehrere Symbole und werden in der Brailleschrift vor diesen gesetzt. Brailleschrifttechnisch sind sie Projektive (siehe "10 Projektivtechnik").

Die Markierung wird stets durch eines der beiden Ankündigungszeichen für zusammenfassende obere  $\text{⠏}$  : bzw. untere  $\text{⠕}$  : Markierungen eingeleitet. Falls innerhalb des markierten Bereichs weitere zusammenfassende Markierungen oder Projektive vorkommen, muss das Ankündigungszeichen um das Zeichen  $\text{⠏}$  : bzw.  $\text{⠕}$  · zu Beginn erweitert und am Schluss zwingend das entsprechende Schlusszeichen gesetzt werden. (Siehe hierzu die Erläuterung zur Verstärkung von Projektiven, "10.2 Verstärkte Projektive".)

Die Markierung gilt, bis die Wirkung aufgehoben wird durch:

- ein Schlusszeichen
- ein Leerzeichen
- das Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen  $\text{⠏}$  · oder
- eine weitere Markierung bzw. ein anderes Projektiv

### Beispiel 8.2 B01

$$U = \widehat{AB} + \overline{AB}$$

$\text{⠕} \text{⠏} \text{⠏} \text{⠏} \text{⠏} \text{⠏} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠐}$

`\[U =\frown{AB} +\overline{AB}\]`

### Beispiel 8.2 B02

$$\underline{AB} = \underline{CD}$$

$\text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕} \text{⠕}$

`\[\underline{AB} =\underline{CD}\]`







# 9 Brüche

⋮	/, -	Bruchstrich
⋮ :		Bruchanfang
⋮ :		Bruchende
⋮ ⋮ :		Ende sämtlicher Brüche (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

## 9.1 Zahlenbrüche und gemischte Zahlen

Zahlenbrüche, bei denen sowohl Zähler als auch Nenner aus positiven ganzen Zahlen bestehen, werden wie folgt dargestellt:

Der Zähler wird in der Standardschreibweise geschrieben und der Nenner in der gesenkten Schreibweise ohne eigenes Zahlzeichen und ohne Leerzeichen angefügt.

### Hinweis:

Sind in mathematischen Ausdrücken Zahlenbrüche mit Brüchen in einfacher oder ausführlicher Schreibweise kombiniert, so kann auch für Zahlenbrüche die entsprechende Schreibweise gewählt werden, um alle Brüche einheitlich zu gestalten.

Beide Bestandteile einer gemischten Zahl, die ganze Zahl und der Zahlenbruch, werden mit einem Zahlzeichen versehen und ohne Leerzeichen aneinander geschrieben.

### Beispiel 9.1 B01

$$\frac{1}{2}$$

⋮ :

`\[\frac{1}{2}\]`



**Beispiel 9.1 B07**

$$1\frac{3}{4} + 2\frac{1}{3} = \frac{21}{12} + \frac{28}{12} = \frac{49}{12} = 4\frac{1}{12}$$

$$\begin{array}{cccccccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$$

oder

$$\begin{array}{cccccccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$$

$$\backslash[1\frac{3}{4} + 2\frac{1}{3} = \frac{21}{12} + \frac{28}{12} = \frac{49}{12} = 4\frac{1}{12}\backslash]$$

**9.2 Einfache Bruchschreibweise**

Kommt weder im Zähler noch im Nenner eines Bruches ein Leerzeichen vor, darf auf die An- und Abkündigung der ausführlichen Bruchschreibweise verzichtet werden (siehe "9.3 Ausführliche Bruchschreibweise"). Das Symbol für den Bruchstrich  $\frac{\cdot}{\cdot}$  folgt unmittelbar auf den Zähler. Ebenfalls ohne Leerzeichen schließt der Nenner direkt an.

Diese vereinfachte Schreibweise ist auch dort zulässig, wo Leerzeichen im Zähler oder Nenner durch den Zusammenhaltepunkt  $\cdot$  ersetzt werden. Sie eignet sich nicht für komplexe Ausdrücke, die durch die Unterdrückung von Leerräumen unübersichtlich werden.

**Beispiel 9.2 B01**

$$\frac{a}{b}$$

$$\cdot \frac{\cdot}{\cdot}$$

$$\backslash[\frac{a}{b}\backslash]$$

**Beispiel 9.2 B02**

$$\frac{a}{2}$$

· ⋮ ⋮

`\[\frac{a}{2}\]`

**Beispiel 9.2 B03**

$$\frac{1}{x^3}$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮

`\[\frac{1}{x^3}\]`

**Beispiel 9.2 B04**

$$\frac{5x}{3x-2}$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

`\[\frac{5x}{3x-2}\]`

Für Beispiele der einfachen Bruchschreibweise bei Einheiten siehe unter "4 Einheiten" die Beispiele 4.1 B02 und 4.4 B05.

**9.3 Ausführliche Bruchschreibweise**

Zahlen- und andere einfache Brüche ausgenommen, ist die ausführliche Bruchschreibweise zwingend (siehe "9.1 Zahlenbrüche und gemischte Zahlen" sowie "9.2 Einfache Bruchschreibweise"), insbesondere dann, wenn:

- der Zähler oder der Nenner ein Leerzeichen enthält
- der Zähler mit einem Operationszeichen beginnt
- ein Bruch einen weiteren Bruch enthält
- vor oder nach dem Bruch kein Leerraum steht

Der Bruch wird mit dem Bruchanfangszeichen ⋮: eingeleitet, das unmittelbar vor dem Zähler steht. Das unmittelbar hinter dem Nenner stehende Bruchendezeichen ⋮: schließt ihn ab.

In Bezug auf Leerzeichen werden die Bruchanfang- und -endezeichen wie Klammern behandelt.

Das Symbol für den Bruchstrich  $\frac{\quad}{\quad}$  steht zwischen Zähler und Nenner. Allgemein wird es auf beiden Seiten von Leerzeichen umgeben. Auf die beiden Leerzeichen darf nur verzichtet werden, wenn weder im Zähler noch im Nenner ein Leerzeichen vorkommt. Es darf nicht ein Leerzeichen beibehalten und auf das andere verzichtet werden.

Das Bruchanfangzeichen darf nicht ohne das Bruchendezeichen verwendet werden und umgekehrt, aber siehe "9.4 Mehrfachbrüche" für den Abschluss von Mehrfachbrüchen.

Wenn beispielsweise das Bruchanfangzeichen unmittelbar hinter einem Symbol steht und eine Verwechslung mit dem Markierungszeichen für Punkt  $\cdot$  oder der Ziffer 2  $2$  in gesenkter Schreibweise möglich ist, wird zwischen diesen Zeichen der Zusammenhaltepunkt  $\cdot$  eingefügt (siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen").

Folgt ein Buchstabe auf das Bruchendezeichen, darf dieses nicht mit der Ankündigung für griechische Buchstaben verwechselt werden können. Daher wird ein lateinischer Kleinbuchstabe im Anschluss an das Bruchendezeichen mit Punkt  $\cdot$  angekündigt und zwischen dem Bruchendezeichen und die Ankündigung für Großbuchstaben der Zusammenhaltepunkt  $\cdot$  eingefügt (siehe "1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke" sowie Beispiele 3.2 B06 und 11.3 B04).

### **Hinweis:**

Entgegen der früheren Praxis müssen alle Zahlen unmittelbar nach dem Bruchstrich in der Standardschreibweise geschrieben werden (siehe "2.1.1 Zahlen in Standardschreibweise").





**Beispiel 9.3 B04**

$$\frac{4x^2 + 3x - 1}{(x + 2)(x - 1)^2} = \frac{a}{x + 2} + \frac{b}{x - 1} + \frac{c}{(x - 1)^2}$$

$$\frac{4x^2 + 3x - 1}{(x + 2)(x - 1)^2} = \frac{a}{x + 2} + \frac{b}{x - 1} + \frac{c}{(x - 1)^2}$$

oder

$$\frac{4x^2 + 3x - 1}{(x + 2)(x - 1)^2} = \frac{a}{x + 2} + \frac{b}{x - 1} + \frac{c}{(x - 1)^2}$$

$$\left[ \frac{4x^2 + 3x - 1}{(x + 2)(x - 1)^2} = \frac{a}{x + 2} + \frac{b}{x - 1} + \frac{c}{(x - 1)^2} \right]$$

**Beispiel 9.3 B05**

$$\frac{x}{x^2 + y^2} \cdot \left( \frac{2x}{x + y} - \frac{x - y}{x} \right)$$

$$\frac{x}{x^2 + y^2} \cdot \left( \frac{2x}{x + y} - \frac{x - y}{x} \right)$$

$$\left[ \frac{x}{x^2 + y^2} \cdot \left( \frac{2x}{x + y} - \frac{x - y}{x} \right) \right]$$

**Beispiel 9.3 B06**

$$x \frac{x + 1}{x^2 - 1}$$

$$x \frac{x + 1}{x^2 - 1}$$

$$\left[ x \frac{x + 1}{x^2 - 1} \right]$$

**Beispiel 9.3 B07**

$$\frac{a^2 + b^2}{3(a - b)}x$$

```

: · : : · : : : : : · : : : : :
\[\frac{a^{2} +b^{2}}{3(a -b )}x\]
    
```

Siehe auch Beispiele 14.2 B05 und 11.3 B04.

**9.4 Mehrfachbrüche**

Bei einer Verschachtelung von Brüchen muss analog den mathematischen Klammerregeln jeder Bruch einzeln mit einem Bruchanfangzeichen eingeleitet und mit einem Bruchendezeichen abgeschlossen werden.

Enden alle eingeleiteten Brüche an derselben Stelle, kann die Reihe der Bruchendezeichen durch das Zeichen für den Abschluss sämtlicher Brüche `⋮⋮⋮` ersetzt werden. (Anm.: Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

Brüche aus positiven ganzen Zahlen dürfen auch innerhalb von anderen Brüchen in der üblichen Schreibweise geschrieben werden (siehe "9.1 Zahlenbrüche und gemischte Zahlen"). Auch Brüche in der einfachen Bruchschreibweise sind möglich, jedoch nur mit großer Vorsicht einzusetzen.

**Beispiel 9.4 B01**

$$\frac{a/x}{b/x^3} \text{ oder } \frac{\frac{a}{x}}{\frac{b}{x^3}}$$

```

: : · :⋮⋮⋮ : : : : :⋮⋮⋮ · : :
\[\frac{a /x}{b /x^{3}}\]
oder
\[\frac{\frac{a}{x}}{\frac{b}{x^{3}}}\]
    
```

**Beispiel 9.4 B02**

$$\frac{\frac{3}{4} - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4}}$$

```

: : : " : : .. : : " : : : : : : : " : : .. : : : :
\[\frac{\frac{3}{4} - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4}}\]

```

**Beispiel 9.4 B03**

$$\frac{u - \frac{1}{u}}{u - \frac{u}{u + \frac{1}{u}}}$$

```

: : .. : : : : : : : : : : : : : : : : : : : : : : :
\[\frac{u - \frac{1}{u}}{u - \frac{u}{u + \frac{1}{u}}}\]

```

# 10 Projektivtechnik

⠠⠨	√	Wurzel
⠠⠨		oberer Index (hinten) oder Exponent
⠠⠨		unterer Index (hinten)
⠠⠨ oder ⠠⠨⠨		vorderer oberer Index
⠠⠨ oder ⠠⠨⠨		vorderer unterer Index
⠠⠨		Ankündigungszeichen für zusammenfassende obere Markierungen
⠠⠨		Ankündigungszeichen für zusammenfassende untere Markierungen
⠠⠨		Schlusszeichen für einfache Projektive
⠠⠨		Projektivverstärkungszeichen
⠠⠨		zweites Projektivverstärkungszeichen
⠠⠨⠨ bzw. ⠠⠨⠨		Schlusszeichen für verstärkte Projektive
⠠⠨⠨		Schlusszeichen für sämtliche Projektive (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Zeichens.)

In der Schwarzschrift wird die Bedeutung eines Symbols durch Hoch- bzw. Tiefstellung geändert. Ein Beispiel hierfür sind Indizes und Exponenten. Manche Symbole können in die Länge gezogen werden, um zu zeigen, wie weit ihre Wirkung reicht. Dies ist beim Wurzelzeichen und verschiedenen Markierungen der Fall.

In der Brailleschrift ist eine physische Hoch- bzw. Tiefstellung eines Symbols nicht möglich. Ebenso kann kein Symbol über andere hinweggezogen werden. Daher greift die Brailleschrift auf eine eigene Technik zurück, um dieselbe Bedeutung ein-dimensional wiederzugeben: die Projektivtechnik.

Ein Projektiv wird durch Braillezeichen eingeleitet, welche die Hoch- oder Tiefstellung anzeigen bzw. das mathematische Symbol darstellen. Darauf folgt der eigentliche Ausdruck. Die Wirkung des Projektivs gilt bis zum entsprechenden Abkündigungszeichen oder bis sie durch ein anderes Zeichen oder eine andere Ankündigung aufgehoben wird.

Es wird brailleschrifttechnisch zwischen einfachen und verstärkten Projektiven unterschieden. Verstärkte Projektive können bestimmte Elemente enthalten, die bei einfachen Projektiven nicht zulässig sind.

### 10.1 Einfache Projektive

Ein einfaches Projektiv wird durch das Zeichen für das betreffende Projektiv eingeleitet. Es darf kein Leerzeichen und kein weiteres Projektiv enthalten. Die Wirkung wird durch eines der folgenden Elemente aufgehoben:

- ein Leerzeichen
- das Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen ⠆⠗
- einen Bruchstrich ⠆⠈
- ein Schlusszeichen für ein verstärktes Projektiv
- ein weiteres Projektiv
- das Ende einer Zahl in der gesenkten Schreibweise
- eine schließende Klammer, wenn die öffnende Klammer sich nicht auch im Projektiv befindet

In allen anderen Fällen muss das Ende des Geltungsbereichs mit dem Zeichen ⠆⠈: beendet werden. Ist das Ende des Projektivs auch ohne Schlusszeichen eindeutig, sorgt das Weglassen für kürzere — und daher größtenteils übersichtlichere — Ausdrücke. In Zweifelsfällen ist es jedoch immer besser, das Schlusszeichen zu setzen.

Um auf die Verstärkung eines Projektivs verzichten zu können, müssen Leerzeichen durch den Zusammenhaltepunkt ⠆⠗ ersetzt werden. Diese Technik ist vor allem bei kurzen Ausdrücken mit Operationszeichen nützlich, etwa bei einem Pluszeichen in einem Exponenten.

**Beispiel 10.1 B01**

$$x^2 + x^n$$

$$\llbracket x^{\{2\}} + x^{\{n\}} \rrbracket$$

**Beispiel 10.1 B02**

$$a^2 b^3 c^4$$

$$\llbracket a^{\{2\}} b^{\{3\}} c^{\{4\}} \rrbracket$$

**Beispiel 10.1 B03**

$$a^x b^y c^z$$

$$\llbracket a^{\{x\}} b^{\{y\}} c^{\{z\}} \rrbracket$$

**Beispiel 10.1 B04**

$$a^{-3} \cdot a^{+5} = a^{-3+5} = a^2$$

$$\llbracket a^{\{-3\}} \cdot a^{\{+5\}} = a^{\{-3+5\}} = a^{\{2\}} \rrbracket$$

oder

$$\llbracket a^{\{-3\}} \cdot a^{\{+5\}} = a^{\{-3+5\}} = a^{\{2\}} \rrbracket$$

**Beispiel 10.1 B05**

$$\frac{x^n}{n!}$$

$$\llbracket \frac{x^{\{n\}}}{n!} \rrbracket$$

### Beispiel 10.1 B06

$$\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$$

```

: :: : : : : : : : : : : : : : : :
\[\frac{x^{2n +1}}{(2n +1)!}\]

```

## 10.2 Verstärkte Projektive

Enthält ein Projektiv weitere Projektive, Leerzeichen oder Bruchstriche, muss es "verstärkt" werden. Dies erfolgt durch das Setzen des Projektivverstärkungszeichens  $⋮ :$  vor das Zeichen für das betreffende Projektiv. Der Geltungsbereich des Projektivs wird zwingend durch ein verstärktes Schlusszeichen  $⋮ ::$  beendet.

Verstärkte Projektive können auch verschachtelt auftreten. Das äußere Projektiv wird mit  $⋮ :$  als Verstärkungszeichen, das erste innere Projektiv mit dem Alternativverstärkungszeichen  $⋮ \cdot$  eingeleitet. Bei jeder weiteren Verschachtelungsebene wechseln sich die beiden Verstärkungszeichen ab. Das jeweilig zugehörige Schlusszeichen hebt die Wirkung des verstärkten Projektivzeichens auf. Wenn alle Projektive an derselben Stelle abgeschlossen werden sollen, kann das Sammelschlusszeichen  $⋮ :::$  die Folge von Schlusszeichen ersetzen (das zweite Vollzeichen ist Teil des Zeichens).

### Beispiel 10.2 B01

$$\sqrt{x^2} = x$$

```

: :: : : : : : : : : : : : : : : :
\[\sqrt{x^2} =x\]

```

**Beispiel 10.2 B02**

$$n^{2^3} = n^8$$

```

:: :::: :.. ::: ::: :::
\[n^{2^3} = n^8\]

```

**Beispiel 10.2 B03**

(Anm.: Die erste Wurzel schließt den Exponenten n mit ein, die zweite dagegen nicht.)

$$x^{\frac{n}{2}} = \sqrt{x^n} = \sqrt{x}^n$$

```

:: ::: ::: ::: ::: ::: ::: :::
\[x^{\frac{n}{2}} = \sqrt{x^n} = \sqrt{x}^n\]

```

**Beispiel 10.2 B04**

$$\sqrt[4]{b \cdot \sqrt[3]{b^2} \cdot \sqrt{b}}$$

```

::: ::: . . . . . ::: :::
\[ \sqrt[4]{b \cdot \sqrt[3]{b^2} \cdot \sqrt{b}} \]

```

**Beispiel 10.2 B05**

Zerfallsgesetz:  $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{T}{T_{1/2}}}$

```

::: ::: ::: .. ::: ::: ::: .
. ::: : : ::: : : ::: :::
\[ \text{Zerfallsgesetz: } N = N_0 \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{T}{T_{1/2}}} \]

```

**10.3 Indizes und Exponenten**

Ist in der Schwarzschrift die Hoch- oder Tiefstellung eines oder mehrerer Symbole von mathematischer Bedeutung, wird diese



in der Braillemathematikschrift als "oberer" bzw. "unterer Index" gekennzeichnet. Exponenten sind typografisch nicht von anderen oberen Indizes zu unterscheiden und werden daher (im Unterschied zur früheren Praxis) auch in der Brailleschrift mit demselben Braillezeichen eingeleitet.

### 10.3.1 Hintere Indizes und Exponenten

Indizes rechts vom Hauptsymbol werden auch in der Brailleschrift unmittelbar rechts von diesem Symbol geschrieben. Sie werden mit dem Zeichen für einen oberen  $\text{⠠}$  bzw. unteren  $\text{⠡}$  Index eingeleitet. Falls erforderlich, wird dieses Zeichen mit einem Projektivverstärkungszeichen kombiniert.

Ist ein Symbol mit mehreren hinteren Zusätzen versehen, so werden diese nacheinander übertragen. Jeder Zusatz ist einzeln einzuleiten. Ein allenfalls vorhandener Exponent rückt an die letzte Stelle.

Einfache Markierungen sind fester Bestandteil des Hauptsymbols und stehen in der Regel vor Indizes (siehe "8.1 Einfache Markierungen").

#### Beispiel 10.3.1 B01

$$\frac{x^n}{n!}$$

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$

oder

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$

oder

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$

$\backslash[\backslash\text{frac}\{x^{\{n\}}\}\{\{n!\}\}\backslash]$

#### Beispiel 10.3.1 B02

$$f_n(x), f_{n+1}(x)$$

$\text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠} \text{⠠}$

$\backslash[ f_{\{n\}}(x), f_{\{n+1\}}(x) \backslash]$





**Beispiel 10.3.1 B12**

$$\tau_{i \cdot j} = g_{ik} \tau^{kj}$$

$$\tau_{i \cdot j} = g_{ik} \tau^{kj}$$

**Beispiel 10.3.1 B13**

$$K_{i \cdot j}^{k \cdot l} = g^{kr} g^{ls} K_{risj}$$

$$K_{i \cdot j}^{k \cdot l} = g^{kr} g^{ls} K_{risj}$$

**Beispiel 10.3.1 B14**

$$(P_{\rho_i}^{\rho_k})^n$$

$$(P_{\rho_i}^{\rho_k})^n$$

**Beispiel 10.3.1 B15**

$$-\frac{1}{2} e^{-r^2} \Big|_0^R = \frac{1}{2} (1 - e^{-R^2})$$

$$-\frac{1}{2} e^{-r^2} \Big|_0^R = \frac{1}{2} (1 - e^{-R^2})$$

**Beispiel 10.3.1 B16**

$$e^{\kappa \frac{a+b}{2} + \mu \frac{2}{a+b} + c}$$

$$\begin{array}{cccccccccccc} \cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \\ & \cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \end{array}$$

oder

$$\begin{array}{cccccccccccc} \cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \\ & \cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \end{array}$$

```
\[e^{\kappa \frac{a +b}{2} +\mu \frac{2}{a +b} +c}\]
```

**Beispiel 10.3.1 B17**

$$\lim_{t \rightarrow 1} \frac{t^\alpha - t^\beta}{t^\beta - t^\alpha}$$

$$\begin{array}{cccccccccccc} \cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \\ & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \end{array}$$

```
\[\lim_{t \to 1} \frac{t^{\alpha} -t^{\beta}}{t^{\frac{1}{\beta}} -t^{\frac{1}{\alpha}}}\]
```

**10.3.2 Vordere Indizes**

Zur Einleitung von oberen und unteren Indizes links vom Hauptsymbol stehen zwei Formen von Ankündigungszeichen zur Verfügung. Die Kurzformen  $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$  und  $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$  sind die Standardformen. Die Langformen  $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$  und  $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$  sind nur dort zu verwenden, wo Verwechslungsgefahr mit Indizes am vorangehenden Symbol besteht, zum Beispiel unmittelbar nach einer Variablen. Nach einem Leer-, Gleichheits- oder Operationszeichen bzw. einer öffnenden Klammer sind Verwechslungen ausgeschlossen und die Kurzformen sind zu verwenden.





**Beispiel 10.3.3 B02**

$$a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21}$$

$$\cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash [a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21}] \backslash$$

**Beispiel 10.3.3 B03**

$$f_1(u_1, u_2)$$

$$\cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash [f_1(u_1, u_2)] \backslash$$

**Beispiel 10.3.3 B04**

$$x^{+3} x^{-3} = x^0 = 1$$

$$\cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash [x^{+3} x^{-3} = x^0 = 1] \backslash$$

**Beispiel 10.3.3 B05**

$$\frac{x^3}{3!}$$

$$\cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

oder

$$\cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$\backslash [\frac{x^3}{3!}] \backslash$$

**10.4 Wurzeln und Zusätze**

Quadratwurzeln (ohne qualifizierende Zahl 2) werden mit dem Symbol für Wurzeln (ggf. mit einem Projektivverstärkungszeichen kombiniert) eingeleitet. Das Projektiv schließt alle Symbole ein, die sich in der Schwarzschriftdarstellung unter dem Wurzelstrich befinden.





**Beispiel 10.4 B05**

$$u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2}}$$

∴ √[3]{-q/2 ± √((p/3)³ + (q/2)²)}

```
\[u =\sqrt[3]{-\frac{q}{2} \pm
\sqrt{\left(\frac{p}{3}\right)^3
+\left(\frac{q}{2}\right)^2}}\]
```

# 11 Analysis

⠠∞	$\infty$	unendlich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠∑	$\Sigma$	Summenzeichen
⠠∏	$\Pi$	Produktzeichen
⠠⋅		untere Grenze (hinterer unterer Index)
⠠⋅		obere Grenze (hinterer oberer Index)
⠠∘	$\circ$	verknüpft mit (Kreis, Kuller)
⠠lg	log, lg	Logarithmus
⠠ln	ln	Logarithmus naturalis
⠠ld	ld	Logarithmus dualis
⠠antilog	antilog	Antilogarithmus
⠠cpllog	cpllog	Ergänzungs- oder Komplementärlogarithmus
⠠exp	exp	Exponentialfunktion
⠠num	num	Numerus
⠠arg	arg	Argument
⠠∫	$\int$	Integral
⠠∬	$\iint$	Doppelintegral
⠠∮	$\oint$	Umlaufintegral
⠠∯	$\oiint$	Hüllenintegral
⠠∫	$\int$	unteres Integral
⠠∫	$\int$	oberes Integral
⠠∫		Integral besonderer Art

⠠⠨⠶		Integralstrich
⠠⠨⠠⠨	'	Ableitungsstrich
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	·	Ableitungspunkt
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	∂	rundes d (für partielle Ableitung)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	Δ	großes Delta als Differenzzeichen
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	lim	Limes
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	$\liminf$	Limes inferior
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	$\limsup$	Limes superior

## 11.1 Funktionen

⠠⠨⠠⠨⠠⠨	∞	unendlich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	∑	Summenzeichen
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	∏	Produktzeichen
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨		untere Grenze (unterer Index)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨		obere Grenze (oberer Index)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨	∘	verknüpft mit (Kreis, Kuller)

Beim Summen- und Produktzeichen werden untere und obere Grenzen gemäß der Vorlage als untere und obere Indizes wiedergegeben. Der Sprechweise folgend wird in der Brailleschrift zunächst die untere Grenze angegeben. Vor dem auf die Grenzangaben folgenden Ausdruck steht üblicherweise ein Leerzeichen.

### Beispiel 11.1 B01

$$\sum a_n$$

⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨  
 $\backslash[\sum a_{\nu}\backslash]$



Beginnt das Argument mit einem Ankündigungszeichen (zum Beispiel für Zahlen oder Groß- bzw. Kleinbuchstaben), darf es an das Symbol anschließen. In anderen Fällen muss ein Leerzeichen zwischen Symbol und Argument stehen.

Es ist grundsätzlich zulässig, diese Symbole mit dem allgemeinen Einleitungszeichen für Kurzwortsymbole  $\textcircled{\cdot}$  und den in der Schwarzschrift üblichen Buchstaben zu bilden. Zum Beispiel kann für  $\textcircled{\cdot}$  auch  $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$  geschrieben werden (siehe "3.6 Kurzwortsymbole"). Diese Ausdrücke sind länger, können jedoch dort zweckmäßig sein, wo groß- und kleingeschriebene Kurzwortsymbole unterschieden werden, eine engere Übereinstimmung mit der Schwarzschrift gewahrt werden soll oder beim Lesenden eine Vertrautheit mit vereinzelt vorkommenden Symbolen nicht vorausgesetzt werden kann.

**Beispiel 11.2 B01**

$$10^{\log 3}$$

$\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$

$\backslash[\wedge\{10\}\log 3\backslash]$

**Beispiel 11.2 B02**

$$\ln(3 - x)$$

$\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$

$\backslash[\backslash\ln (3 -x)\backslash]$

**Beispiel 11.2 B03**

$$a^{\log x} = a^{\log b} \cdot b^{\log x}$$

$\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$

$\backslash[\wedge\{a\}\log x =\wedge\{a\}\log b \cdot \wedge\{b\}\log x\backslash]$

**Beispiel 11.2 B04**

$$\exp'(z) = \exp(z)$$

$\textcircled{\cdot}$   $\textcircled{\cdot}$

$\backslash[\backslash\exp'(z) =\exp (z)\backslash]$

**Beispiel 11.2 B05**

$$\exp z := \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k!}$$

```

∑_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k!}

```

**11.3 Integral- und Differentialrechnung**

∫	Integral
∬	Doppelintegral
∮	Umlaufintegral
⊙	Hüllenintegral
∫	unteres Integral
∫	oberes Integral
∫	Integral besonderer Art
∫	untere Grenze (unterer Index)
∫	obere Grenze (oberer Index)
	Integralstrich
'	Ableitungsstrich
•	Ableitungspunkt
∂	rundes d (für partielle Ableitung)
Δ	großes Delta als Differenzzeichen
lim	Limes
lim	Limes inferior



$\overline{\lim}$

Limes superior

Untere und obere Grenzen werden gemäß der Vorlage als untere und obere Indizes wiedergegeben. Der Sprechweise folgend gibt man zunächst die untere Grenze an. Vor dem darauf folgenden Ausdruck steht üblicherweise ein Leerzeichen.

**Beispiel 11.3 B01**

$$\int_a^b \dots$$



```
\[\int_{a}^{b} \dots\]
```

**Beispiel 11.3 B02**

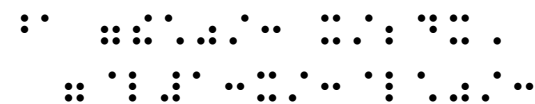
$$\int_{x_{k-1}}^{x_{k+1}}$$



```
\[\int_{x_{k-1}}^{x_{k+1}}\]
```

**Beispiel 11.3 B03**

$$A = \int_0^3 x^2 dx = \left. \frac{1}{3} x^3 \right|_0^3$$





























```
\[A = \int_{0}^{3} x^{2} dx = \left. \frac{1}{3} x^{3} \right|_{0}^{3}\]
```





# 12 Mengenlehre

	{	geschweifte öffnende Klammer
	}	geschweifte schließende Klammer
	$\mathbb{N}$	Menge der natürlichen Zahlen
	$\mathbb{Z}$	Menge der ganzen Zahlen
	$\mathbb{Q}$	Menge der rationalen Zahlen
	$\mathbb{R}$	Menge der reellen Zahlen
	$\mathbb{C}$	Menge der komplexen Zahlen
	$\mathbb{H}$	Menge der Quaternionen
	$\mathbb{P}$	Projektive Gerade
	$\emptyset$	leere Menge
	$\aleph$	Aleph
	$\forall, \wedge$	für alle
	$\exists, \vee$	es gibt
	$\in$	ist Element von*
	$\notin$	ist nicht Element von*
	$\ni$	hat zum Element*
	$\subset$	ist enthalten in, ist Teilmenge von*
	$\subseteq$	ist enthalten in oder gleich*
	$\supset$	enthält, ist Obermenge von*
	$\supseteq$	enthält oder ist gleich*
	$\cup$	vereinigt mit*
	$\cap$	geschnitten mit*
	$\setminus$	vermindert um, ohne*
	$\Delta$	symmetrische Differenz*
	$\times$	cartesisches Produkt (Malkreuz)*
		senkrechter Strich, so dass



'

Strich als Markierung für komplementäre Mengen



c

hochgestelltes c als Markierung für komplementäre Mengen

\* Vor diesen Symbolen ist ein Leerzeichen zu setzen, nach ihnen dagegen nicht (siehe "5 Operations- und Relationszeichen").

Die Symbole für die Standardmengen (Menge der natürlichen Zahlen, der ganzen Zahlen usw.) sind feste Gebilde aus drei Braillezeichen. Sie sind nicht als Buchstaben mit Ankündigung zu verstehen. Ähnliche Symbole, die hier nicht aufgelistet sind, dürfen analog gebildet werden.

### Beispiel 12 B01

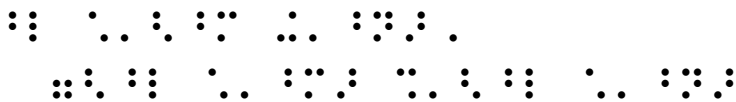
$$A \cup B$$



\[A \cup B\]

### Beispiel 12 B02

$$L \setminus (M \cap N) = (L \setminus M) \cup (L \setminus N)$$



\[L \setminus (M \cap N)

= (L \setminus M) \cup (L \setminus N)\]

### Beispiel 12 B03

$$A \triangle B = B \triangle A$$



\[A \triangle B = B \triangle A\]

**Beispiel 12 B04**

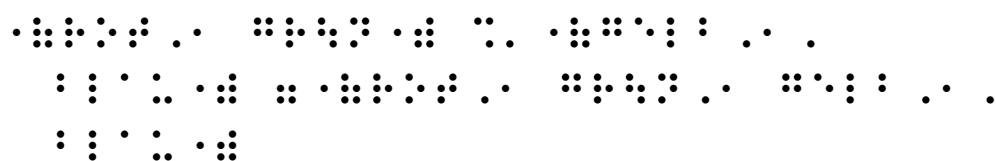
$$A \cap U = \{3, 5, 7\}$$



$\backslash[A \ \cap \ U = \{3, 5, 7\} \backslash \backslash]$

**Beispiel 12 B05**

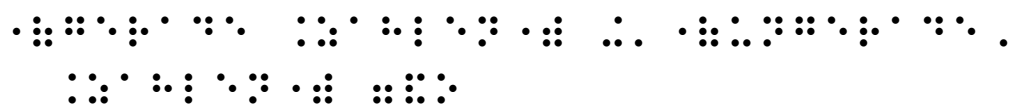
$$\{\text{rot, grün}\} \cup \{\text{gelb, blau}\} = \{\text{rot, grün, gelb, blau}\}$$



$\backslash[\backslash\{\text{rot, grün}\}\ \cup \backslash\{\text{gelb, blau}\}\ \backslash \backslash = \backslash\{\text{rot, grün, gelb, blau}\}\ \backslash \backslash]$

**Beispiel 12 B06**

$$\{\text{gerade Zahlen}\} \cap \{\text{ungerade Zahlen}\} = \emptyset$$



$\backslash[\backslash\{\text{gerade Zahlen}\}\ \cap \backslash\{\text{ungerade Zahlen}\}\ \backslash \backslash = \backslash\text{varnothing}\ \backslash \backslash]$

**Beispiel 12 B07**

$$\forall x \in B$$



$\backslash[\backslash\text{forall } x \ \backslash\text{in } B \backslash]$

**Beispiel 12 B08**

$$(A \triangle B)^c = A^c \cup B$$



$\backslash[(A \ \triangle \ B)^{\{c\}} = A^{\{c\}} \ \cup \ B \backslash]$

**Beispiel 12 B09**

$$\mathbb{N} \subseteq \mathbb{Z} \subseteq \mathbb{Q}$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

```
\[\mathbb{N} \subseteq \mathbb{Z} \subseteq \mathbb{Q}\]
```





# 14 Geometrie, Trigonometrie und Vektoren

## 14.1 Geometrische Symbole

⋮⋮⋮	$\triangle$	Dreieck
⋮⋮⋮	$\circ$	Kreis
⋮⋮⋮	$\square$	Quadrat
⋮⋮⋮	$\square$	Rechteck (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⋮⋮⋮	$\diamond$	Rhombus
⋮⋮⋮	$\square$	Parallelogramm
⋮⋮⋮	$\emptyset$	Durchmesser
⋮⋮⋮	$\angle, \sphericalangle, \sphericalangle$	Winkel
⋮⋮⋮	$\perp$	rechter Winkel
⋮⋮⋮	$\curvearrowright$	im Uhrzeigersinn
⋮⋮⋮	$\curvearrowleft$	gegen den Uhrzeigersinn
⋮⋮⋮	—	zusammenfassende Markierung für Strecke (waagrechter Strich über mehreren Buchstaben)
⋮⋮⋮	⌒	zusammenfassende Markierung für Bogen (Bogen über mehreren Symbolen)
⋮⋮⋮	→	zusammenfassende Markierung für Vektor (Pfeil über mehreren Symbolen)
⋮⋮⋮	→	Markierung für Vektor (Pfeil über einem Symbol)
⋮⋮⋮	$\perp$	senkrecht auf



⦿ ⦿⦿                    ||                    parallel zu (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

Die mit Schlüsselzeichen ⦿⦿ gebildeten Symbole können mit oder ohne vorangehendem und/oder folgendem Leerzeichen geschrieben werden. Sie müssen jedoch klar von unmittelbar rechts neben ihnen stehenden Buchstaben, zum Beispiel durch ein Ankündigungszeichen für Groß- bzw. Kleinschreibung, getrennt werden.

Zusammenfassende Markierungen über mehreren Symbolen stehen unmittelbar vor dem ersten dieser Symbole und sind Projektive. Das Ende der Markierung gestaltet sich nach den allgemeinen Regeln für Projektive (siehe "10 Projektivtechnik").

Die Symbole für "senkrecht auf" und "parallel zu" sind Relationszeichen (siehe "5 Operations- und Relationszeichen").

### Beispiel 14.1 B01

□ABCD

⦿⦿⦿ ⦿⦿ ⦿⦿⦿

\[\square ABCD\]

### Beispiel 14.1 B02

∠PQR = 30°

⦿⦿⦿ ⦿⦿⦿⦿⦿ ⦿⦿⦿⦿⦿⦿ ⦿⦿⦿ ⦿⦿⦿

\[\angle PQR\ =30^{\circ}\]

## 14.2 Winkel-, Hyperbelfunktionen und Umkehrungen

⦿⦿⦿	arc	Arkus
⦿⦿⦿⦿	sin	Sinus
⦿⦿⦿⦿	cos	Kosinus
⦿⦿⦿⦿⦿	tan, tg	Tangens
⦿⦿⦿⦿⦿	cot, cot, ctg	Kotangens

⋮⋮⋮	sec	Sekans
⋮⋮⋮	cosec	Kosekans
⋮⋮⋮	arcsin	Arkussinus
⋮⋮⋮	arccos	Arkuskosinus
⋮⋮⋮	arctg	Arkustangens
⋮⋮⋮	arccot, arcctg	Arkuskotangens
⋮⋮⋮	arcsec	Arkussekans
⋮⋮⋮	arccosec	Arkuskosekans
⋮⋮⋮	sinh, sh	Sinus hyperbolicus
⋮⋮⋮	cosh, ch	Kosinus hyperbolicus
⋮⋮⋮	tanh, th	Tangens hyperbolicus
⋮⋮⋮	coth, th	Kotangens hyperbolicus
⋮⋮⋮	arsinh, arsh	Areasinus hyperbolicus
⋮⋮⋮	arcosh, arch	Areakosinus hyperbolicus
⋮⋮⋮	artanh, arth	Areatangens hyperbolicus
⋮⋮⋮	arcoth, arcth	Areakotangens hyperbolicus

Diese Symbole gelten für alle Varianten der betreffenden Kurzwortsymbole in Schwarzschrift, zum Beispiel für Tangens in der Schreibweise "tan" oder "tg". Ebenfalls gilt das Symbol sowohl für groß- als auch für kleingeschriebene Kurzwörter.

Beginnt das Argument mit einem Ankündigungszeichen (wie für Zahlen oder Groß- bzw. Kleinbuchstaben), darf es an das Symbol anschließen. In anderen Fällen muss ein Leerzeichen zwischen Symbol und Argument gesetzt werden.

Es ist zulässig, diese Symbole mit dem allgemeinen Einleitungszeichen für Kurzwortsymbole ⋮⋮⋮ und den in der Schwarzschrift üblichen Buchstaben wiederzugeben. So entstehende Ausdrücke sind länger, können jedoch dort zweckmäßig sein, wo eine engere Übereinstimmung mit der Schwarzschrift erforderlich ist oder eine Vertrautheit mit vereinzelt vorkommenden Symbolen nicht vorausgesetzt werden kann.

Die Symbole sind strukturiert aufgebaut. Kotangens, Sekans und Kosekans sind mathematische Kehrwerte von Tangens, Kosinus und Sinus. Dies wird durch die Spiegelung des zweiten Zeichens um die horizontale Achse dargestellt. Die Hyperbelfunktionen werden durch den Einschub des Zeichens  $\text{h}$  (ein tiefgestelltes h für "hyperbolicus") gebildet. Bei den trigonometrischen Funktionen bedeutet ein eingeschobenes, tiefgestelltes a "Arkus...", bei den Hyperbelfunktionen "Area...".

**Beispiel 14.2 B01**

$$\sin 30^\circ = 0,5$$

```

\[\sin 30^{\circ} = 0,5\]

```

**Beispiel 14.2 B02**

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

```

\[\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}\]

```

**Beispiel 14.2 B03**

$$\sin \frac{\pi}{2} = \sin 90^\circ = 1$$

```

\[\sin \frac{\pi}{2} = \sin 90^{\circ} = 1\]

```

**Beispiel 14.2 B04**

$$\sin(x + y) = \sin x \cdot \cos y + \cos x \cdot \sin y$$

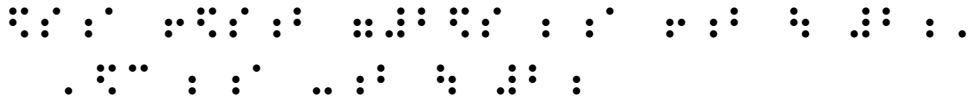
```

\[\sin (x + y) = \sin x \cdot \cos y + \cos x \cdot \sin y\]

```

**Beispiel 14.2 B05**

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$



```

\[\sin \alpha + \sin \beta
=2\sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos
\frac{\alpha - \beta}{2}\]
    
```

**Beispiel 14.2 B06**

$$\arctan 1 = \frac{\pi}{4} (= 0,7854)$$

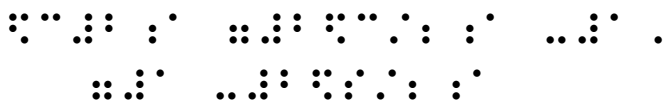


```

\[\arctan 1 = \frac{\pi}{4} (=0,7854)\]
    
```

**Beispiel 14.2 B07**

$$\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2 \sin^2 \alpha$$







```

\[\cos 2\alpha =2\cos^{2} \alpha -1 =1 -2\sin^{2}
\alpha\]
    
```

**14.3 Vektoren**

Kennzeichnung von Vektoren

-  → Pfeil nach rechts (Markierung)
-  — waagrechter Strich (Markierung)
-  • 1. besondere typografische Auszeichnung
-  ∴ 2. besondere typografische Auszeichnung

Wortsymbole

⠠⠠⠠⠠	grad	grad (Gradient)
⠠⠠⠠⠠	div	div (Divergenz)
⠠⠠⠠⠠	rot, curl	rot, curl (Rotation)

Weitere Symbole

⠠⠠⠠⠠		Beginn einer neuen Zeile
⠠⠠⠠⠠	∇	Nabla

Die Schreibweise der Vektoren wird bei Übertragungen in die Brailleschrift aus der Schwarzschriftvorlage übernommen.

Überstreichungen bzw. Pfeile über den zum Vektor gehörenden Symbolen werden als einfache resp. zusammenfassende Markierungen wiedergegeben (siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen").

Mit fett gedruckten oder gotischen Buchstaben dargestellte Vektoren werden mit einem der beiden Ankündigungszeichen für besondere typografische Auszeichnungen ⠠⠠⠠⠠ oder ⠠⠠⠠⠠ kenntlich gemacht (siehe "3.4 Besondere typografische Auszeichnungen").

**Beispiel 14.3 B01**

→ →  
 $a \cdot b$

⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠

`\[\vec{a} \cdot \vec{b}\]`

**Beispiel 14.3 B02**

→  
 $x = (x \ y \ z)$

⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

`\[\vec{x} = (x \ ; \ y \ ; \ z)\]`

**Beispiel 14.3 B03**

$$\vec{y} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

```

::... :::.:~ :~::: :~::":
\[\vec{y} =\left( \begin{array}{c}
1 \\ 2 \\ 3
\end{array} \right)\]

```

**Beispiel 14.3 B04**

$$\vec{M}_d$$

```

::... :~
\[\vec{M} _{d}\]

```

**Beispiel 14.3 B05**

$$\overline{AB} \text{ bzw. } \vec{AB}$$

```

:~ :~ : : :~:~. :... :~ :
\[\overline{AB} \ ; \ \text{bzw.} \ ; \ \vec{AB}\]

```

**Beispiel 14.3 B06**

$$\text{div } \vec{V} = \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial V_1}{\partial x} + \frac{\partial V_2}{\partial y} + \frac{\partial V_3}{\partial z}$$

```

:~ :~:~... :~:~:~... . :~:~... :~ :~ :~:~. :~:~:~.
:~ :~ :~:~. :~:~:~ :~ :~ :~:~.~ :~:~:~
\[\text{div} \ \vec{V} =\vec{\nabla} \ \cdot \ \vec{V}
=\frac{\partial V_{1}}{\partial x}
+\frac{\partial V_{2}}{\partial y}
+\frac{\partial V_{3}}{\partial z}\]

```

**Beispiel 14.3 B07**

$$\mathbf{K}^0 = \mathbf{b} \cdot \text{rot } \mathbf{t}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

In Kurzschrift:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

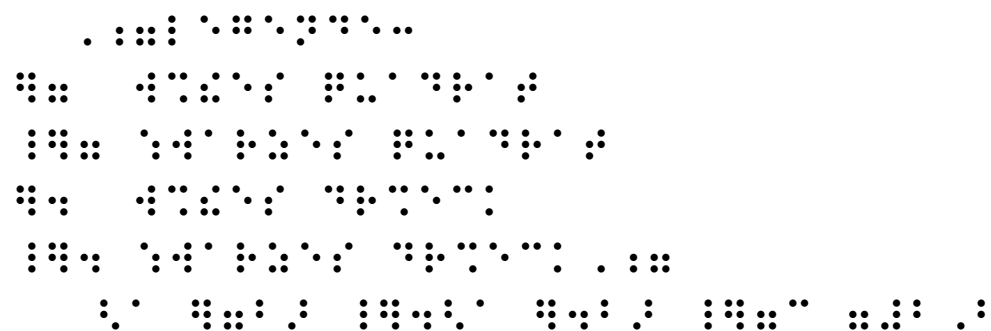
`\[\mathbf{K}^0 = \mathbf{b} \cdot \text{rot } \mathbf{t} \;`  
`\mathbf{t} \]`





### Beispiel 15.1 B02

$$(a \square b) \blacktriangle (a \triangle b) \blacksquare c = 2b$$



`\[(a \square b) \blacktriangle (a \triangle b) \blacksquare c = 2b\]`

## 15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern

- |  |   |
|--|---|
|  | Ankündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen   |
|  | Abkündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen mit Erläuterung als Text                    |
|  | Abkündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen mit Erläuterung als mathematischer Ausdruck |

In der Schwarzschrift erfolgt die Markierung mehrerer Terme zur Erläuterung eines mathematischen Ausdrucks häufig durch liegende Klammern oder durch typografische Hervorhebungen (Farbe, Fettdruck oder Ähnliches).

Derartige Zusammenfassungen können in der Mathematik-schrift wie folgt wiedergegeben werden:

- Unmittelbar vor dem zusammengefassten Ausdruck wird das Zeichen gesetzt.
- Unmittelbar nach dem zusammengefassten Ausdruck steht das Zeichen zusammen mit der Erläuterung (oder eine Beschreibung) in Klammern.

- Je nachdem, ob die Erläuterung als Text- oder als mathematischer Ausdruck geschrieben wird, steht sie in Text- oder mathematischen Klammern.
- Liegende Klammern werden nicht direkt wiedergegeben.

In vielen Fällen ist die Wiedergabe mit dieser Technik zwar möglich, andere — nicht standardisierte — Techniken können jedoch zweckmäßiger sein, etwa weil das Einschleiben der Erläuterung die Übersichtlichkeit reduziert — und gerade deswegen das Ziel der Zusammenfassung in der Schwarzschrift verfehlt.

Beispiele für Alternativtechniken sind:

- die separate Auflistung der markierten Terme in einer Art Legende und
- die Zergliederung eines kommentierten Rechenschritts in mehrere Teilschritte.

**Beispiel 15.2 B01**

$$a \cdot b = \underbrace{a + a + \dots + a}_{b\text{-mal}}$$

```

\[\underbrace{a + a + \dots + a}_{b\text{-mal}}\]

```

**Beispiel 15.2 B02**

$$A = \underbrace{0.25}_{\text{exakte Werte}} \cdot \underbrace{\sqrt{3}}_{\text{Werte}} \cdot s^2 \approx \underbrace{0.433}_{\text{Näherungswert}} s^2$$

```

\[\underbrace{0.25}_{\text{exakte Werte}} \cdot \underbrace{\sqrt{3}}_{\text{Werte}} \cdot s^2 \approx \underbrace{0.433}_{\text{Näherungswert}} s^2\]

```

oder in Kurzschrift:

$$\sum_{k=1}^n \overbrace{\cos(\pi k)}^{=(-1)^k} k^2 = \underbrace{-1 + 4 - 9 + \dots + (-1)^n n^2}_{n \text{ Summanden}}$$

```
\[A =\underbrace{0.25}_{exakte} \cdot \underbrace{\sqrt{3}}_{Werte} \cdot s^2 \approx \underbrace{0.433}_{Näherungswert} s^2\]
```

**Beispiel 15.2 B03**

$$\sum_{k=1}^n \overbrace{\cos(\pi k)}^{=(-1)^k} k^2 = \underbrace{-1 + 4 - 9 + \dots + (-1)^n n^2}_{n \text{ Summanden}}$$

$$\sum_{k=1}^n \overbrace{\cos(\pi k)}^{=(-1)^k} k^2 = \underbrace{-1 + 4 - 9 + \dots + (-1)^n n^2}_{n \text{ Summanden}}$$

oder

$$\sum_{k=1}^n \overbrace{\cos(\pi k)}^{=(-1)^k} k^2 = \underbrace{-1 + 4 - 9 + \dots + (-1)^n n^2}_{n \text{ Summanden}}$$

```
\[\sum_{k =1}^n \overbrace{\cos (\pi k)}^{=(-1)^{k}} k^{2} =\underbrace{-1 +4 -9 +... +(-1)^{n}n^{2}}_{n \ ; \ \text{Summanden}}\]
```

**Beispiel 15.2 B04**

$$\int_0^{2\pi} \underbrace{\cosh^2 x - \sinh^2 x}_{=1} - \underbrace{\cos^2 x}_{=\sin^2 x} dx = \pi$$

⠠∫⠠₀⠠²π⠠⏟⠠cosh²⠠x⠠-⠠sinh²⠠x⠠⏟⠠=1⠠-⠠⏟⠠cos²⠠x⠠⏟⠠=sin²⠠x⠠dx⠠=⠠π

oder

⠠∫⠠₀⠠²π⠠⏟⠠cosh²⠠x⠠-⠠sinh²⠠x⠠⏟⠠=1⠠-⠠⏟⠠cos²⠠x⠠⏟⠠=sin²⠠x⠠dx⠠=⠠π

$$\left[ \int_0^{2\pi} \underbrace{\cosh^2 x - \sinh^2 x}_{=1} - \underbrace{\cos^2 x}_{=\sin^2 x} dx = \pi \right]$$

# Anhänge

## A1 Schriftliche Rechenverfahren über mehrere Zeilen

Allen schriftlichen Rechenverfahren ist gemeinsam, dass die Ziffern der betreffenden Zahlen in ein räumliches Verhältnis zueinander gestellt werden. Dies erleichtert das Auswählen der jeweils zu manipulierenden Zahlenteile. Weder die Darstellungspraxen noch die ihnen zugrunde liegenden Algorithmen sind jedoch universell. Auch innerhalb des deutschen Sprachraums sind sie nicht einheitlich.

In der Brailleschrift verfolgen schriftliche Rechenverfahren dieselben Ziele wie in der Schwarzschrift. Zumeist spiegeln ihre Darstellungsweise und Algorithmen den Schwarzschriftgebrauch wider. Zur Illustration könnte sogar ein Rechenverfahren der Schwarzschrift in Brailleschrift abgebildet und erläutert werden. Die medialen Unterschiede der Braille- und Schwarzschrift führen in der täglichen Praxis zu geringen Unterschieden in den jeweiligen Verfahren. Zum Beispiel:

- Mit dem Kugelschreiber kann man leicht von einer Zeile zur anderen springen. Um mit der Brailleschriftmaschine erneut auf eine frühere Zeile zu wechseln, muss das Papier zurückgedreht werden. Aufgrund mechanischer Ungenauigkeiten der Maschine verrutschen neue Zeichen bezogen auf schon geschriebene. Zudem können die Zeichen der nachfolgenden Zeilen solange nicht gelesen werden, bis das Papier herausgedreht wird und die Zeilen wieder erscheinen. Aus diesen Gründen werden häufig Verfahren gewählt, die kein Zurückdrehen des Papiers erfordern.
- In der Schwarzschrift können Zahlen bzw. Ziffern durchgestrichen und neue unmittelbar darüber oder darunter geschrieben werden. Auch das Notieren von Übertragszahlen auf engem Raum ist unproblematisch. Solche Verfahren — die auch beim Kürzen von Brüchen Anwendung finden — sind in der Brailleschrift nur eingeschränkt möglich.
- Gewisse Brailleschriftsymbole sind erst erkennbar, wenn ihre Position innerhalb der Brailleform eindeutig ist. Besonders in

Bezug auf schriftliche Rechenverfahren sind Punkt 1 (Ziffer 1), Punkt 2 (Dezimalkomma) und Punkt 3 (Gliederungszeichen) als potenzielle "Stolpersteine" zu erwähnen. Durch vertikale Bewegungen der Finger, die in schriftlichen Rechenverfahren unvermeidlich sind, wird die Punktreihe innerhalb der Form nochmals schwieriger zu erkennen. Auch deswegen wird bei schriftlichen Rechenverfahren in der Brailleschrift häufiger auf Gliederungszeichen verzichtet als in der Schwarzschrift.

- Die Darstellung von Zahlen mit Zahlzeichen weicht prinzipiell von der Schwarzschrift ab und bedingt eigene Überlegungen. Zahlzeichen unmittelbar vor Zahlen führen dazu, dass sie oft in Ziffernspalten (zum Beispiel in der Hunderter-Spalte) stehen und das klare Rechenbild stören. Deswegen werden sie oft mit Abstand zu den nachfolgenden Ziffern geschrieben oder gar weggelassen. Da die Grundoperationszeichen dieselbe Form (aber nicht Position in der Brailleform) haben wie Ziffern, erleichtert ihre Platzierung direkt vor einem Zahlzeichen die Positionserkennung und daher die Unterscheidung von Ziffern.

Wenn ein Kind das Dezimalkomma oft mit der Ziffer 1 verwechselt, kann es zweckmäßig sein, eine Zeit lang in Rechnungsaufstellungen ein Vollzeichen anstelle des Kommas zu schreiben.

Es werden mehrere Varianten für schriftliche Rechenverfahren in der Brailleschrift gezeigt, ohne dass ihnen vorschreibender Charakter zukommt.

Als Beispiel eines von der Schwarzschrift markant abweichenden Verfahrens wird zudem die lineare Addition erläutert.

### **A1.1 Addition**

Bei der Addition von ganzen Zahlen sind nur kleine Unterschiede in den verschiedenen Darstellungsformen in der Braille- und Schwarzschrift zu verzeichnen. Sie betreffen vor allem die Platzierung der Zahlzeichen, die Wiederholung des Pluszeichens und die Unterstreichung des Ergebnisses.

Bei größeren Zahlen werden Gliederungszeichen (Tausender-trennzeichen) mit Vorteil weggelassen, weil sie leicht mit einer Ziffer 1 verwechselt werden können.

Da es in Brailleschrift technisch schwieriger ist, werden Übertragszahlen nicht so oft notiert wie in der Schwarzschrift. Einen Gegenstand auf dem Tisch zu platzieren oder zu verschieben kann zum Beispiel daran erinnern, dass ein Übertrag noch zu addieren ist. Falls die Übertragszahlen dennoch notiert werden, muss dafür eine Zeile frei gelassen werden. Damit Überträge von den anderen Zahlen zu unterscheiden sind, kann bei dieser Zeile das Zahlzeichen weggelassen werden. Alternativ können in der Zeile des Summenstriches die Überträge geschrieben werden.

Weisen die Zahlen große Unterschiede in ihrer Länge auf, kann es nützlich sein, die leeren Stellen mit Nullen aufzufüllen. Diese dienen dem Finger zur Orientierung zwischen den Ziffern desselben Stellenwerts darüber und darunter.

### Beispiel A1.1 B01

<pre>       ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>	<pre>       ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>
<pre>       ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>	<pre>       ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>

### Beispiel A1.1 B02

<pre>       ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠       ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>	<pre>       ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠     ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠         </pre>
--	---

## A1.2 Subtraktion

Bei der schriftlichen Subtraktion sind zwei grundsätzlich verschiedene Algorithmen zu erkennen. Sie unterscheiden sich erst in Fällen, in denen eine Ziffer in der unteren Zahl (Subtrahend) größer ist als die entsprechende Ziffer in der oberen Zahl (Minuend), wie bei "45 minus 27".

Im deutschen Sprachraum ist das Ergänzungsverfahren am weitesten verbreitet. In diesem Verfahren wird die obere Ziffer durch zehn ergänzt. Im Beispiel von "45 minus 27" wird anstelle von 5 mit 15 gerechnet und die untere Ziffer in der links davon stehenden Spalte um 1 ergänzt: Die 2 wird zu einer 3.

Das andere, international überwiegend verwendete Verfahren ist das Entbündelungsverfahren. Hier wird nicht die untere Zahl ergänzt, sondern die 1 (eigentlich 10) für die 5 der links davon stehenden Ziffer entnommen. In unserem Beispiel wird die 4 zu einer 3.

Rein brailleschrifttechnisch hat das Ergänzungsverfahren den Vorteil, dass immer nur 1 dazu gezählt wird, was sich leichter merken und auch notieren lässt, als die Änderungen beim Entbündelungsverfahren.

In folgenden Beispielen beziehen sich "Übertragszeilen" nur auf das Ergänzungsverfahren.

### Beispiel A1.2 B01

. : : .	. : : .
.. : : :	.. : : :
. . . .	.
. : . :	. . . .
: : : :	. : . :



### Beispiel A1.2 B02

$$\begin{array}{r}
 22 \cdot 34 \\
 88 \\
 660 \\
 \hline
 748
 \end{array}$$

### Beispiel A1.2 B03

$$\begin{array}{r}
 22 \cdot 34 \\
 88 \\
 660 \\
 \hline
 748
 \end{array}$$

## A1.3 Multiplikation

Bei der schriftlichen Multiplikation sind vor allem Unterschiede in der Positionierung der Teilergebnisse sowie in der Reihenfolge der Teilschritte – vom größten zum kleinsten Stellenwert oder umgekehrt – zu beobachten.

Es ist zu beachten, dass links genügend Platz für das Ergebnis frei gelassen wird. Falls mit der Einer-Ziffer begonnen wird, kann es vorteilhaft sein, die Leerstellen rechts von den Teilergebnissen mit Nullen auszufüllen.

### Beispiel A1.3 B01

$$\begin{array}{r}
 22 \cdot 34 \\
 88 \\
 660 \\
 \hline
 748
 \end{array}$$



**Beispiel A1.4 B02**

$$\begin{array}{r}
 12345 \\
 + 6789 \\
 \hline
 19134
 \end{array}$$

**A1.5 Lineare Addition**

Neben den stark an die Schwarzschrift angelehnten Rechenverfahren wurden auch an die Brailleschriftmaschine angepasste Techniken entwickelt. Es soll hier die lineare Addition als Beispiel dienen. Das Verfahren lässt sich in leichter Abwandlung ebenfalls für das Rechnen am Computer einsetzen.

**Beispiel A1.5 B01**

Es sollen die beiden Dezimalzahlen 9,73 und 3,46 addiert werden. Zunächst wird die Aufgabe aufgestellt:

$$\begin{array}{r}
 9,73 \\
 + 3,46 \\
 \hline
 \end{array}$$

Schritt 1: Die Anzahl der Stellen der längsten Zahl (inklusive Dezimaltrennzeichen) wird ermittelt und eins dazu gezählt. Das ergibt die maximale Länge des Ergebnisses. Der Schreibkopf der Brailleschriftmaschine (hier durch alle sechs Punkte dargestellt) wird so weit nach rechts bewegt, dass das Ergebnis Platz hat. Im Beispiel wird daher viermal die Leertaste gedrückt. (Beim Rechnen am Computer muss der Cursor nicht nach rechts bewegt werden.)

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Schritt 2: Die Ziffern der letzten Stelle werden addiert und das Ergebnis hingeschrieben. Danach wird zweimal die Rücktaste betätigt. (Beim Rechnen am Computer wird der Cursor einmal nach links bewegt.)

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Schritt 3: Die Ziffern der zweitletzten Stelle werden addiert und das Ergebnis wird geschrieben. Im Beispiel muss der Übertrag gemerkt oder am rechten Rand der Zeile notiert werden. Der Schreibkopf wird links neben die geschriebene Ziffer des Ergebnisses gestellt. (Beim Rechnen am Computer wird der Cursor einmal nach links bewegt.)

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Schritt 4: Das Komma wird geschrieben und zweimal die Rücktaste gedrückt. (Beim Rechnen am Computer wird der Cursor einmal nach links bewegt.)

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Schritt 5: Die Ziffern links des Kommas werden addiert und der Übertrag dazugerechnet. Die Zahl wird aufgeschrieben.

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

## A1.6 Das Lösen von Gleichungen

Beim Lösen von Gleichungen ergeben sich kaum andere Techniken als in der Schwarzschrift. Dagegen entfallen Möglichkeiten der Arbeit innerhalb der Zeile — wie beispielsweise das Durchstreichen von Elementen und das Schreiben von neuen — weitgehend, so dass die Lösung mehr Zeilen einnehmen kann als in der Schwarzschrift. Ein senkrechter Strich  $\text{⋮}$  (gelegentlich auch als "Operatorenstrich" bekannt) kann geschrieben werden, um eine durchzuführende Operation von der Gleichung zu trennen. Das in der Schwarzschrift übliche Untereinanderstellen solcher Striche ist in der Brailleschrift nicht dienlich; am besten werden zwei oder drei Leerzeichen, vor und keine nach dem Strich gelassen.

### Beispiel A1.6 B01







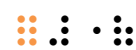










$$\begin{array}{l} \text{⋮} \\ \text{⋮} \\ \text{⋮} \end{array}$$

### Beispiel A1.6 B02

$$\begin{array}{l} \text{⋮} \\ \text{⋮} \\ \text{⋮} \\ \text{⋮} \end{array}$$

# A2 Änderungen in der Mathematiksschrift

## A2.1 Geänderte Symbole

	{	geschweifte öffnende Klammer
	}	geschweifte schließende Klammer
	<	spitze öffnende Klammer
	>	spitze schließende Klammer
	<	stumpfwinklige öffnende Klammer
	>	stumpfwinklige schließende Klammer
		geschweifte spezielle öffnende Brailleschriftklammer
		geschweifte spezielle schließende Brailleschriftklammer
		senkrechter Strich (an allen Stellen)
		senkrechter Doppelstrich (an allen Stellen) (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
	>	Keil mit Spitze rechts als Markierung
	<	Keil mit Spitze links als Markierung
	°	Grad (Kringel)
	'	Minute (Strich)
	"	Sekunde (Doppelstrich)
	rad	Radian (rad)
	rad <sup>2</sup>	Quadradian

⠠⠨⠶⠨⠠	∈	ist Element von (Mengenlehre)
⠠⠨⠨⠨		oberer Index oder Exponent (früher nur oberer Index)
⠠⠨⠨⠨⠨	∂	rundes d (für partielle Ableitung)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	↑	Pfeil nach oben
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	↓	Pfeil nach unten
⠠⠨⠨⠨	*	mal (Stern)

### A2.2 Neue Symbole

⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠠	gaußsche öffnende Klammer (obere Grenze)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠡	gaußsche schließende Klammer (obere Grenze)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠠	gaußsche öffnende Klammer (untere Grenze)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠡	gaußsche schließende Klammer (untere Grenze)
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	{	Zeilenzusammenfassungsklammer: mehrere Zeilen zusammenfassende große linke geschweifte Klammer
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	⠠	im Uhrzeigersinn
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	⠡	gegen den Uhrzeigersinn
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠠	Rhombus
⠠⠨⠨⠨⠨⠨	⠠	Parallelogramm
⠠⠨⠨⠨⠨		kleiner Querstrich eines Zuordnungspfeils
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	→	Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
⠠⠨⠨⠨⠨⠨⠨	←	Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze

⋮⋮⋮⋮⋮⋮	↔	Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	⇒	Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	⇐	Pfeil nach links mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	↔	Doppelpfeil mit doppeltem Schaft (Äquivalenzpfeil)
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	→	Pfeil nach rechts mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	←	Pfeil nach links mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
⋮⋮⋮⋮⋮⋮	↔	Pfeil nach links und rechts mit gestricheltem Schaft und einfachen Spitzen

### A2.3 Zahlen

Die bereits praktizierte Verwendung von runden Klammern für die Darstellung von periodischen Dezimalbrüchen wurde aufgenommen (siehe "2.1.4 Periodische Dezimalbrüche").

Auf die abweichende Praxis bei den Dezimal- und Gliederungszeichen in Geldbeträgen in der Schweiz und Liechtenstein wird eingegangen (siehe "2.1.3 Dezimalbrüche" und "2.1.5 Gliederung langer Zahlen").

Römische Zahlen werden analog zu anderen Buchstabenfolgen behandelt und nicht mit dem Zahlzeichen eingeleitet.

### A2.4 Exponenten und Indizes

Exponenten werden neu mit demselben Zeichen ⋮⋮⋮⋮⋮⋮ wie obere Indizes eingeleitet.

Neu darf ein Minuszeichen ohne Punkt 4 (Zusammenhaltepunkt) auf ein Indexzeichen folgen. Negative ganze Zahlen



dürfen ebenso nach einem Index in gesenkter Schreibweise geschrieben werden (siehe "2.1.2 Zahlen in gesenkter Schreibweise" und "10.3.3 Indizes aus ganzen Zahlen").

### A2.5 Brüche

Neu müssen Zähler und Nenner bezogen auf den Abstand zum Bruchstrich gleich gestaltet sein. Bruchanfangs- und -endezeichen müssen immer paarweise verwendet werden. Ein aus einer ganzen Zahl bestehender Nenner darf nach einem Bruchstrich nicht in gesenkter Schreibweise stehen. Für den Abschluss sämtlicher Brüche in einem Mehrfachbruch wurde das Zeichen  $\text{⋮} : \text{⋮}$  definiert. (Siehe "9 Brüche".)

### A2.6 Buchstaben

Die Kennzeichnung von Groß- und Kleinschreibung ist neu geregelt. Sie ist nun mit der Textschrift kompatibler.

Die Kennzeichnung für gotische Buchstaben wurde gestrichen. Gotische Buchstaben werden neu wie andere Buchstaben mit einer besonderen typografischen Auszeichnung behandelt. (Siehe "3.4 Besondere typografische Auszeichnungen".)

Griechische Buchstaben werden neu einheitlich mit dem früheren Ankündigungszeichen für griechische Kleinbuchstaben  $\text{⋮} :$  angekündigt. Großschreibung wird mit den allgemein üblichen Ankündigungszeichen gekennzeichnet. Das frühere Ankündigungszeichen für griechische Großbuchstaben wurde gestrichen. Für Eta, Theta und Chi gelten die bisherigen Alternativzeichen. (Siehe "3.3 Griechische Buchstaben".)

Die früheren Druckkennzeichen wurden durch zwei Ankündigungszeichen für nicht näher bestimmte besondere typografische Auszeichnungen ersetzt. Die Bedeutung ist jeweils in einer Anmerkung festzuhalten. (Siehe "3.4 Besondere typografische Auszeichnungen".)

## A2.7 Klammern und senkrechte Striche

Um mit Neuerungen in der Textschrift eine möglichst weitgehende Kompatibilität zu gewährleisten, wurden die Symbole für geschweifte, spitze und stumpfwinklige Klammern angepasst. Neu stehen Zusätze zum Grundzeichen immer vor diesem, auch bei schließenden Klammern. (Siehe "6 Klammern und senkrechte Striche".)

Für eine große linke geschweifte Klammer, die mehrere Zeilen "zusammenhält", wurde ein neues Symbol definiert (siehe "6.4 Mehrzeilige Klammersymbole").

Liegende Klammern werden nunmehr als horizontale Zusammenfassungen behandelt und nicht in ihrer Art unterschieden (siehe "15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern").

Das Symbol für einen senkrechten Strich wird neu generell mit  $\text{⋮} \cdot \text{⋮}$  dargestellt, die beiden Betragstriche eines Paares sind also gleich. Doppelstriche (nicht zwei einfache Striche) werden einheitlich mit  $\text{⋮} \cdot \text{⋮}$  geschrieben. Das frühere Alternativsymbol wurde gestrichen. (Siehe "6.5 Senkrechte Striche".)

## A2.8 Einheiten

Das frühere Schlüsselzeichen für Einheiten wurde gestrichen. Alle Einheiten werden mit dem Zeichen  $\text{⋮} \cdot \text{⋮}$  eingeleitet. Bei Einheitenkomplexen wird das Zeichen nur einmal gesetzt. (Siehe "4.1 Kennzeichnung von Einheitensymbolen".)

Neu wurden auch Währungseinheiten aufgenommen.

Neugrad, Neuwinkelminute und Neuwinkelsekunde werden nicht mehr aufgeführt.

## A2.9 Pfeile

Die "ausführliche Pfeilsymbolik" wurde in "modulare Pfeile" umbenannt, konsistenter gemacht und durch einen Strich für Zuordnungspfeile erweitert. Die Symbole für Pfeil nach oben und Pfeil nach unten werden jetzt ebenfalls als modulare Pfeile geschrieben. (Siehe "7.1 Modulare Pfeile".)

Aus der Textschrift wurden auch definierte Symbole für einige Pfeile übernommen (siehe "7.2 Definierte Pfeile").

### A2.10 Projektivtechnik

Die Anzahl der Verstärkungsebenen für Projektive wurde von zwei auf eine reduziert. Für die Verstärkung stehen jedoch zwei verschiedene Ankündigungen zur Verfügung, die auch verschachtelt verwendet werden können. Für den Abschluss sämtlicher Projektive wurde das Zeichen  $\text{⋮⋮}$  definiert. (Siehe "10.2 Verstärkte Projektive".)

### A2.11 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift

Neu sind die verschiedenen Methoden zur Kennzeichnung des Wechsels zwischen den Schriften explizit ausgeführt. Die Doppelleerzeichentechnik sowie die Kennzeichnung durch Layout sind geregelt. (Siehe "1.1 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift".)

Die Rückkehr zur Textschrift für ein einzelnes oder wenige Wörter in einer Mathematikpassage wurde neu definiert und muss nun nicht nur angekündigt, sondern auch abgekündigt werden (siehe "1.1.3 An- und Abkündigungszeichen für Textschrift").

### A2.12 Sonstiges

Es wird daran festgehalten, das frühere "Durch"-Zeichen  $\text{⋮⋮}$  nicht wieder aufzunehmen.

Der Malstern wird neu als  $\text{⋮} \cdot \text{⋮}$  definiert.

Die Abtrennung des Arguments vom Funktionssymbol bei Sinus, Logarithmus und Ähnlichem wurde geregelt (siehe "3.6 Kurzwortsymbole", "11.2 Logarithmus- und Exponentialfunktionen" sowie "14.2 Winkel-, Hyperbelfunktionen und Umkehrungen").

Neu dürfen beliebige Kurzwortsymbole explizit mit dem Kurzwortschlüsselzeichen ⠠ gebildet werden (siehe "3.6 Kurzwortsymbole").

Die diversen Funktionen des Punktes 4 werden erläutert (siehe "1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke" und "3.5 Buchstabenähnliche Symbole").

Die in der Textschrift 2011 eingeführten Klammern für Anmerkungen der übertragenden Person finden nun ebenfalls in der Mathematikschrift Anwendung (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

Brailleschrifttechnische Begrifflichkeiten wurden angepasst. So ist zum Beispiel von Brailleschrift und nicht Punkschrift die Rede. Ohne die Regeln selbst zu ändern, wurde auf die Begriffe "zellenhaft" und "stellbar" verzichtet.

## A3 Glossar

Im Glossar befinden sich Erklärungen zu in diesem Buch verwendeten brailleschrifttechnischen Begriffen.

Begriffe, die an anderer Stelle des Glossars näher erklärt werden, sind mit \* gekennzeichnet.

**Abkündigungszeichen:** Zeichen\* der Brailleschrift\*, das nicht selbst ein Symbol\* der Schwarzschrift\* wiedergibt, sondern anzeigt, dass der Einschub in Text-\* oder Mathematikschrift\* abgeschlossen und somit der Wechsel in das jeweils andere Brailleschriftsystem\* erfolgt ist.

**An- und Abkündigungstechnik:** Technik der Brailleschrift\*, die nicht selbst eine Entsprechung in der Schwarzschrift\* hat und zur vorübergehenden Änderung der Bedeutung von Zeichen\* durch den Wechsel in ein anderes Brailleschriftsystem\* dient.

**Ankündigungszeichen:** Zeichen\* der Brailleschrift\*, das nicht selbst ein Symbol\* der Schwarzschrift\* wiedergibt, sondern anzeigt, wie das bzw. die nachfolgenden Zeichen\* zu lesen sind.

**Basisschrift:** Siehe Kürzungsgrad.

**Blindenschrift:** Siehe Brailleschrift.

**Brailleform:** Der Platz, der durch ein Braillezeichen\* eingenommen wird. Sie besteht aus einem senkrecht stehenden Feld, in dem die Punkte in zwei Spalten angeordnet sind. Siehe auch Braillezeichen.

**Braillepunkt:** Einer der sechs bzw. acht Punkte eines Braillezeichens\*.

**Brailleschrift:** Haptisch wahrzunehmendes Schriftsystem\*, bei dem die Braillezeichen\* aus sechs oder acht Punkten gebildet werden. Unterschieden wird zwischen der 6-Punkte- und der 8-Punkte-Brailleschrift.

**Brailleschriftklammern, spezielle:** Siehe Spezielle Brailleschriftklammern.

**Brailleschriftübertragungsklammern:** Zeichen\* der Brailleschrift\*, die nicht selbst Symbole\* der Schwarzschrift\*

wiedergeben. Sie ermöglichen erläuternde Zusätze zur Brailleschriftübertragung (siehe "1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung").

**Brailleschriftsystem:** System, in welchem den Zeichen\* mit Blick auf den Verwendungszweck (Mathematik, Chemie, Fremdsprache usw.) entsprechend dem jeweiligen Regelwerk konkrete Bedeutungen zugewiesen werden.

**Braillezeichen:** Eine der 64 (6-Punkte-Braille) bzw. 256 (8-Punkte-Braille) möglichen Kombinationen gesetzter Braillepunkte\* in einer Brailleform\* einschließlich des Leerzeichens\*.

**Doppelleerzeichentechnik:** Eine Form der Kennzeichnung des Wechsels zwischen Mathematik-\* und Textschrift\* bzw. umgekehrt durch zwei aufeinanderfolgende Leerzeichen\* (siehe "1.1.4 Doppelleerzeichentechnik").

**Gliederungszeichen:** Zeichen zur Gliederung großer Zahlen unabhängig von den in der Schwarzschriftvorlage gewählten Gliederungszeichen (siehe "2.1.5 Gliederung langer Zahlen").

**Index:** Eine Zahl, Variable o. Ä., die in der Schwarzschrift\* hoch- oder tiefgestellt, vor oder hinter einem mathematischen Ausdruck steht (siehe "10.3 Indizes und Exponenten").

**Kurzschrift:** Siehe Kürzungsgrad.

**Kürzungsgrad:** Eine der folgenden drei Ausführlichkeitsstufen für die Wiedergabe von Text in der deutschen Brailleschrift\*:

- Basisschrift: Jeder Buchstabe wird in eine Brailleform\* geschrieben.
- Vollschrift: Die Buchstabengruppen au, äu, ch, ei, eu, ie, sch und st werden jeweils mit einem eigenen Braillezeichen\* geschrieben.
- Kurzschrift: Es werden Kürzungen verwendet, die Buchstabengruppen und ganze Wörter wiedergeben.

**LaTeX:** Ein Satzsystem, mit dem auch mathematische Texte erstellt werden können. Mathematische Ausdrücke (z. B. Brüche) werden in linearer Schreibweise erstellt. In diesem Regelwerk erfüllt die LaTeX-Schreibweise die Funktion einer zweiten Darstellungsform der Beispiele für Braillelesende. Sie dienen jedoch nicht als Schreibanleitung für LaTeX.

**Layouttechnik:** Eine Form der Kennzeichnung des Wechsels zwischen Mathematik-\* und Textschrift\* bzw. umgekehrt durch den gezielten Einsatz von Gestaltungsmitteln, z. B. Ein- und Ausrückungen oder Tabellen (siehe "1.1.1 Layout").

**Leerzeichen:** Braillezeichen\*, in dem keine Punkte gesetzt sind.

**Markierung:** Ein Zusatz zu einem Symbol\*, der in der Schwarzschrift\* über- oder unterhalb bzw. hoch- oder tiefgestellt hinter diesem steht. Es wird zwischen einfachen und zusammenfassenden Markierungen unterschieden. Während einfache Markierungen nur einem Symbol\* zugeordnet sind, beziehen sich zusammenfassende Markierungen immer auf mehrere Symbole\* (siehe "8 Einfache und zusammenfassende Markierungen").

**Mathematikschrift:** Ein System der deutschen Brailleschrift\* zur Wiedergabe mathematischer Inhalte. Hier können Braillezeichen\* andere Bedeutungen als in anderen Brailleschriftsystemen\* (z. B. Textschrift\*) haben. Sie unterliegen dadurch speziellen Regeln, die in dem vorliegenden Werk festgehalten sind.

**Passage:** Eine Folge zusammenhängender Zeichen\* in Text-\* oder Mathematikschrift\*.

**Projektivtechnik:** Eine Technik der Mathematikschrift\* zur eindimensionalen Wiedergabe von:

- Symbolen\*, die sich über andere Symbole\* erstrecken (zum Beispiel das Wurzelzeichen) und
- dem Grad der Hoch- bzw. Tiefstellung von Indizes.

Es wird zwischen einfachen und verstärkten Projektiven unterschieden (siehe "10 Projektivtechnik").

**Schwarzschrift:** Die Schrift der Sehenden im Unterschied zur Brailleschrift\*.

**Spezielle Brailleschriftklammern:** Zeichen\* der Mathematikschrift\*, die nicht selbst Symbole\* der Schwarzschrift\* wiedergeben. Sie werden eingefügt, um typografische bzw. räumliche Gestaltungsmittel der Schwarzschrift\* eindeutig abzubilden, z. B. Beschriftung an Pfeilen (siehe "7.3 Beschriftung von Pfeilen").

**Symbol:** Hier definiert als Zeichen\* der Schwarzschrift\* oder dessen Entsprechung in der Brailleschrift\*. Demzufolge sind Zeichen\* der Brailleschrift\* auch Symbole, sofern sie eine Schwarzschriftentsprechung haben, z. B. Summenzeichen. Dagegen sind Zeichen\*, die nur in der Brailleschrift\* vorkommen, z. B. Ankündigungszeichen\*, keine Symbole. In der Brailleschrift\* können Symbole aus mehreren Braillezeichen\* bestehen.

**Textschrift:** Das grundlegende System der deutschen Brailleschrift\* (geregelt in "Das System der deutschen Blindenschrift"), mit dem hauptsächlich Text in verschiedenen Kürzungsgraden\*, aber auch Zahlen und weitere Zeichen\* der Schwarzschrift wiedergegeben werden. Sie wird durch zusätzliche Braillesysteme\* (z. B. diese Mathematikschrift\*) ergänzt.

**Vollschrift:** Siehe Kürzungsgrad\*.

**Zeichen:** Hier Element der Schwarz-\* oder Brailleschrift\*, dem eine eigene Bedeutung zugeordnet ist. In der Brailleschrift\* kann ein Zeichen aus einem oder mehreren Braillezeichen\* bestehen. Siehe auch Symbol\*.

**Zeilentrennzeichen:** Zeichen\* der Brailleschrift\*, das nicht selbst ein Symbol\* der Schwarzschrift\* wiedergibt, sondern am Ende der Brailleschriftzeile gesetzt wird. Es weist darauf hin, dass der mathematische Ausdruck noch nicht abgeschlossen ist und in der folgenden Zeile fortgesetzt wird (siehe "1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke").

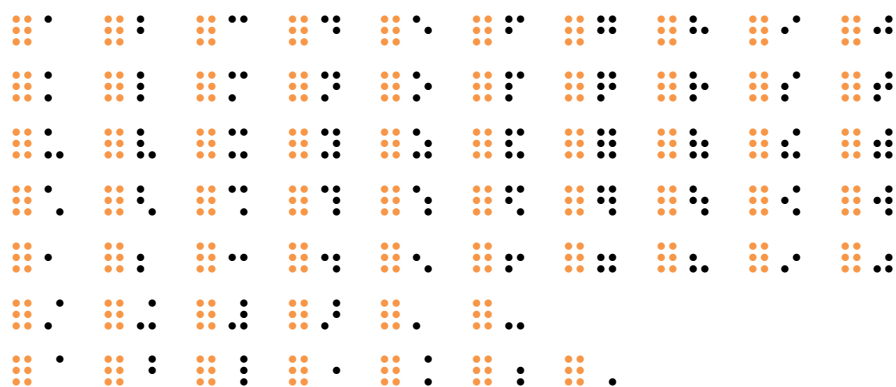
**Zusammenhaltepunkt:** Zeichen\* der Brailleschrift\*, das nicht selbst ein Symbol\* der Schwarzschrift\* wiedergibt, sondern ein Leerzeichen\* ersetzt, um einen mathematischen Ausdruck inhaltlich zusammenzuhalten. Er kann auch Zeichen zusammenhalten, die aus brailleschrifttechnischen Gründen nicht direkt aufeinander treffen dürfen. (Siehe "1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke".)



# A4 Mathematische Zeichen, geordnet nach der 6-Punkte-Braille-Tabelle

In diesem Register werden die Mathematikzeichen nach den Braillezeichen geordnet, aus denen sie bestehen. Sie werden nach folgender, auf Louis Braille zurückgehender Aufstellung gereiht. Zu beachten ist, dass sich der Buchstabe w im Gegensatz zu den anderen Buchstaben des Alphabets nicht in den ersten drei Reihen befindet, sondern am Ende der vierten.

Aufstellung der Braillezeichen in brailletechnischer Reihenfolge



Die Reihen setzen sich wie folgt zusammen:

- 1. Reihe: Die ersten zehn Buchstaben. Das sind dieselben Zeichen, die für Zahlen verwendet werden. Sie haben alle mindestens einen Punkt oben, mindestens einen Punkt in der linken Hälfte der Brailleform und keinen Punkt unten.
- 2. Reihe: Die Zeichen der 1. Reihe mit einem zusätzlichen Punkt 3.
- 3. Reihe: Die Zeichen der 1. Reihe mit zusätzlichen Punkten 3 und 6. Der Buchstabe w wird ausgelassen.
- 4. Reihe: Die Zeichen der 1. Reihe mit einem zusätzlichen Punkt 6. Am Ende dieser Reihe befindet sich der Buchstabe w.
- 5. Reihe: Die Zeichen der 1. Reihe um eine Punktreihe tiefer geschrieben.
- 6. Reihe: Alle übrigen Zeichen mit einem Punkt in der linken Hälfte der Brailleform.

## A4 Mathematische Zeichen

---

- 7. Reihe: Alle Zeichen, die nur Punkte in der rechten Hälfte der Brailleform haben.













⠠	1	2.1.1	Ziffer Eins
	$A, \alpha$	3.3	Alpha
⠠	2	2.1.1	Ziffer Zwei
	$B, \beta$	3.3	Beta
⠠	3	2.1.1	Ziffer Drei
	$C, c$	2.2	römische Ziffer Hundert
	$X, \chi$	3.3	Chi
⠠	4	2.1.1	Ziffer Vier
	$D, d$	2.2	römische Ziffer Fünfhundert
	$\Delta, \delta$	3.3	Delta
⠠	5	2.1.1	Ziffer Fünf
	$E, \varepsilon$	3.3	Epsilon
⠠	6	2.1.1	Ziffer Sechs
	$\Phi, \phi, \varphi$	3.3	Phi
⠠	7	2.1.1	Ziffer Sieben
	$\Gamma, \gamma$	3.3	Gamma
⠠	8	2.1.1	Ziffer Acht
	$\Theta, \theta, \vartheta$	3.3	Theta
⠠	9	2.1.1	Ziffer Neun

## A4 Mathematische Zeichen

	I, i	2.2	römische Ziffer Eins
	I, ι	3.3	Iota
⠠	0	2.1.1	Ziffer Null
	H, η	3.3	Eta
⠠	K, κ	3.3	Kappa
⠠	L, l	2.2	römische Ziffer Fünfzig
	Λ, λ	3.3	Lambda
⠠	M, m	2.2	römische Ziffer Tausend
	M, μ	3.3	My
⠠	N, ν	3.3	Ny
⠠	O, o	3.3	Omikron
⠠⠠⠠	≫	5C	groß gegen
⠠⠠	>	5A, 5C	größer als
⠠⠠⠠⠠	≳	5C	größer oder kleiner als
⠠⠠⠠	≥	5C	größer oder gleich
⠠⠠⠠⠠	≳ <	5C	größer, gleich oder kleiner
⠠	Π, π	3.3	Pi
⠠	Q, ϱ	3.3	Koppa
⠠	P, ρ	3.3	Rho
⠠	Σ, σ	3.3	Sigma

## A4 Mathematische Zeichen

---

	$\tau, \tau$	3.3	Tau
	$\Upsilon, \upsilon$	3.3	Ypsilon
	$V, v$	2.2	römische Ziffer Fünf
	$F$	3.3	Digamma
	$X, x$	2.2	römische Ziffer Zehn
	$\Xi, \xi$	3.3	Xi
	$\Psi, \psi$	3.3	Psi
	$Z, \zeta$	3.3	Zeta
	$\chi, \chi$	3.3	Chi
	$\aleph$	12	Aleph
	$\Delta$	3.5, 11, 11.3	großes Delta als Differenzzeichen
	$\in$	3.5, 5E, 12, A2.1	ist Element von (Mengenlehre)
	$\nabla$	14.3	Nabla
	$\emptyset$	12	leere Menge
	$\prod$	3.5, 11, 11.1	Produktzeichen
	$\sum$	3.5, 11, 11.1	Summenzeichen
		15.2	Abkündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen mit Erläuterung als mathematischer Ausdruck

## A4 Mathematische Zeichen

---

	$\forall, \wedge$	12	für alle
		15.2	Ankündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen
	$\exists, \vee$	12	es gibt
	$\ni$	5E, 12	hat zum Element
		15.2	Abkündigungszeichen für horizontale Zusammenfassungen mit Erläuterung als Text
		10	Schlusszeichen für sämtliche Projektive (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Zeichens.)
		9	Ende sämtlicher Brüche (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
	[	6	eckige öffnende Klammer
	$\int$	11, 11.3	Integral
	$\iint$	11, 11.3	Doppelintegral
	$\oiint$	11, 11.3	Hüllenintegral
	$\int^{\_}$	11, 11.3	oberes Integral
	$\oint$	11, 11.3	Umlaufintegral

## A4 Mathematische Zeichen

⠠∫	$\int$	11, 11.3	unteres Integral
⠠]	$]$	6	eckige schließende Klammer
⠠⋅		10	unterer Index (hinten)
⠠⋅		11, 11.1, 11.3	untere Grenze (hinterer unterer Index)
⠠⋅		10	vorderer unterer Index
⠠⋅	$\setminus$	5E, 12	vermindert um, ohne
⠠⋅	$($	6	runde öffnende Klammer
⠠⋅		2.1.4	Anfang der Periode eines periodischen Dezimalbruchs
⠠⋅	$\frown$	8	Bogen
⠠⋅	$\subseteq$	5E, 12	ist enthalten in oder gleich
⠠⋅	$\subset$	5E, 12	ist enthalten in, ist Teilmenge von
⠠⋅	$\sqrt{\quad}$	10	Wurzel
⠠⋅	$\vee$	5F, 13	oder
⠠⋅	$\sqcup$	5E	vel (Verbandstheorie)
⠠⋅	$\cup$	5E, 12	vereinigt mit
⠠⋅	$\Theta, \theta$	3.3	Theta
⠠⋅		7.1	Schlüsselzeichen für Pfeildarstellungen

## A4 Mathematische Zeichen

	$\neg$	8	Haken (Versicherungsmathematik)
	$<$	8, A2.1	Keil mit Spitze links als Markierung
	$\downarrow$	5H, A2.1	Pfeil nach unten
	$\Rightarrow$	5H	Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft)
	$>$	8, A2.1	Keil mit Spitze rechts als Markierung
	$\uparrow$	5H, A2.1	Pfeil nach oben
	$\Leftrightarrow$	5H	Äquivalenzpfeil (Doppelpfeil mit doppeltem Schaft)
	H, $\eta$	3.3	Eta
		8	Abkündigungszeichen für zusammenfassende Markierungen
		10	Schlusszeichen für einfache Projektive
	$!$	5B	Fakultät
	arc	14.2	Arkus
	cos	14.2	Kosinus
	div	14.3	div (Divergenz)
	exp	11, 11.2	Exponentialfunktion
	grad	14.3	grad (Gradient)

## A4 Mathematische Zeichen









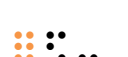
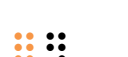













---

⠠⠠⠠⠠⠠⠠	log, lg	11, 11.2	Logarithmus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	num	11, 11.2	Numerus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	rot, curl	14.3	rot, curl (Rotation)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	sin	14.2	Sinus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	tan, tg	14.2	Tangens
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arg	11, 11.2	Argument
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	cosec	14.2	Kosekans
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	cot, cot, ctg	14.2	Kotangens
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arccos	14.2	Arkuskosinus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	antilog	11, 11.2	Antilogarithmus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arcsin	14.2	Arkussinus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arctg	14.2	Arkustangens
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arccosec	14.2	Arkuskosekans
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arccot, arcctg	14.2	Arkuskotangens
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arcosh, arch	14.2	Areakosinus hyperbolicus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arsinh, arsh	14.2	Areasinus hyperbolicus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	artanh, arth	14.2	Areatangens hyperbolicus
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	arcoth, arcth	14.2	Areakotangens hyperbolicus


















## A4 Mathematische Zeichen

---

	arcsec	14.2	Arkussekans
	cpllog	11, 11.2	Ergänzungs- oder Komplementärlogarithmus
	ld	11, 11.2	Logarithmus dualis
	cosh, ch	14.2	Kosinus hyperbolicus
	ln	11, 11.2	Logarithmus naturalis
	sinh, sh	14.2	Sinus hyperbolicus
	tanh, th	14.2	Tangens hyperbolicus
	coth, th	14.2	Kotangens hyperbolicus
	sec	14.2	Sekans
		3.6	Schlüsselzeichen für Kurzwortsymbole
		14	Rechteck (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
	$\angle, \sphericalangle, \sphericalangle$	14	Winkel
		14, A2.2	im Uhrzeigersinn
	$\triangle$	14	Dreieck
		14, A2.2	Rhombus
		14, A2.2	Parallelogramm
	$\square$	14	Quadrat
	$\perp$	14	rechter Winkel
	$\varnothing$	14	Durchmesser




## A4 Mathematische Zeichen

---










	○	14	Kreis
	↺	14, A2.2	gegen den Uhrzeigersinn
	/, −	5B, 9	Bruchstrich
	≪	5C	klein gegen
	↤	7.2, A2.2	Pfeil nach links mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
	↔	7.2, A2.2	Pfeil nach links und rechts mit gestricheltem Schaft und einfachen Spitzen
	←	5H, 7.2, A2.2	Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
	↔	5H, 7.2, A2.2	Doppelpfeil mit einfachem Schaft
	≤	5C	kleiner oder gleich
	≲	5C	kleiner, gleich oder größer
	⇐	7.2, A2.2	Pfeil nach links mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze
	⇔	5H, 7.2, 13, A2.2	Doppelpfeil mit doppeltem Schaft (Äquivalenzpfeil)
	<	5A, 5C	kleiner als
	≲	5C	kleiner oder größer als
	Ω, ω	3.3	Omega

## A4 Mathematische Zeichen

---

	1	2.1.2	Ziffer Eins (gesenkte Schreibweise)
	,	2.1.3	Dezimaltrennzeichen (Komma)
	→	7.1	einfache Spitze nach rechts oder oben
	⇨	7.1	doppelte Spitze nach rechts oder oben
	⇨	7.2, A2.2	Pfeil nach rechts mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze
	•	11, 11.3	Ableitungspunkt
	2	2.1.2	Ziffer Zwei (gesenkte Schreibweise)
	↑	7.1	einfacher vertikaler Pfeilschaft
	•	8	Punkt
	•	9	Bruchanfang
	⇧	7.1	gestrichelter einfacher vertikaler Pfeilschaft
	—	8, 14.3	waagrechter Strich (Markierung)
	3	2.1.2	Ziffer Drei (gesenkte Schreibweise)
	:	5A, 5B	geteilt durch, verhält sich zu (Doppelpunkt)
	→	7.1	einfacher horizontaler Pfeilschaft

## A4 Mathematische Zeichen



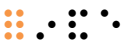








	→	8, 14, 14.3	Pfeil nach rechts (Markierung)
	→	5H, 7.1	Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
		7.1	gestrichelter einfacher horizontaler Pfeilschaft
	→	5H, 7.2, A2.2	Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
	:=	5C	definitionsgemäß gleich (Doppelpunkt Gleichheitszeichen)
	≐	5C	vertauschbar (Doppelpunkt Gleichheitszeichen Doppelpunkt)
	¬	5F, 13	nicht
	$\bar{\wedge}$	5G	projektiv zu
	4	2.1.2	Ziffer Vier (gesenkte Schreibweise)
	*	8	Stern
	5	2.1.2	Ziffer Fünf (gesenkte Schreibweise)
	~	5C	ähnlich, äquivalent, proportional
		7.1	einfacher diagonaler Pfeilschaft (links oben/ rechts unten)
	~	8	Schlangenlinie (Tilde)

## A4 Mathematische Zeichen

---

	$\approx$	5C	ungefähr gleich
		7.1	gestrichelter einfacher diagonaler Pfeilschaft (links oben/rechts unten)
	$\cong$	5G	kongruent (Geometrie)
	6	2.1.2	Ziffer Sechs (gesenkte Schreibweise)
	+	5A, 5B, 8	plus
	$\pm$	5B	plus/minus
	7	2.1.2	Ziffer Sieben (gesenkte Schreibweise)
	=	5A, 5C, 8	gleich
		7.1	doppelter horizontaler Pfeilschaft
	$\equiv$	5C	definitionsgemäß gleich (Gleichheitszeichen Doppelpunkt)
	$\equiv$	5C	identisch gleich, kongruent (Zahlentheorie)
		7.1	gestrichelter doppelter horizontaler Pfeilschaft
	$\Rightarrow$	5H, 7.2, 13, A2.2	Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)
	$\overline{\wedge}$	5G	perspektiv zu
	8	2.1.2	Ziffer Acht (gesenkte Schreibweise)

## A4 Mathematische Zeichen

	$\times$	5B, 12	mal (Kreuz)
	$\times$	8	Kreuz (schräg) (Markierung)
	9	2.1.2	Ziffer Neun (gesenkte Schreibweise)
	'	8, 11, 11.3, 12	Strich (Markierung/Ableitung)
		7.1	einfacher diagonaler Pfeilschaft (links unten/rechts oben)
	$\nlessgtr$	5C	nicht größer als
	$\notin$	5E, 12	ist nicht Element von
	$\ngtr$	5C	nicht kleiner als
	$\nsim$	5C	nicht ähnlich, nicht äquivalent, nicht proportional
	$\ncong$	5G	inkongruent (Geometrie)
	$\neq$	5C	ungleich
	$\neq$	5C	nicht identisch gleich, inkongruent (Zahlentheorie)
		7.1	gestrichelter einfacher diagonaler Pfeilschaft (links unten/rechts oben)
	$\nmid$	5D	teilt nicht
	0	2.1.2	Ziffer Null (gesenkte Schreibweise)
	o	11, 11.1	verknüpft mit (Kreis, Kuller)















## A4 Mathematische Zeichen

---

	◦	5B	verknüpft mit (Kuller, Verkettungszeichen, Kreisoperator)
	◦	8	Kreis, Kuller (Markierung)
⋮⋅		10, A2.1	oberer Index (hinten) oder Exponent
		11, 11.1, 11.3	obere Grenze (hinterer oberer Index)
		10	vorderer oberer Index
⋮⋅⋅	c	12	hochgestelltes c als Markierung für komplementäre Mengen
⋮⋅.	Δ	5E, 12	symmetrische Differenz
⋮⋅	^	8	Dach (Markierung)
⋮⋅⋅	^	5F, 13	und
⋮⋅⋅⋅	□	5E	et (Verbandstheorie)
⋮⋅⋅⋅⋅	≈	5C	entspricht ungefähr
⋮⋅⋅⋅	≅	5C	entspricht
⋮⋅⋅	∩	5E, 12	geschnitten mit
⋮⋅		2.1.1	Zahlzeichen
⋮⋅⋅	lim	11, 11.3	Limes
⋮⋅⋅⋅⋅	$\overline{\lim}$	11, 11.3	Limes superior
⋮⋅⋅⋅⋅⋅	$\underline{\lim}$	11, 11.3	Limes inferior

## A4 Mathematische Zeichen

---

	$\infty$	11, 11.1	unendlich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
		6, 6.3	eckige spezielle öffnende Brailleschriftklammer
		6, 6.3	eckige spezielle schließende Brailleschriftklammer
		10	vorderer unterer Index
		6, 6.3	runde spezielle öffnende Brailleschriftklammer
		10	vorderer oberer Index
		6, 6.3	runde spezielle schließende Brailleschriftklammer
	$\perp$	5G, 14	senkrecht auf
		2.1.4	periodischer Dezimalbruch
		6, 6.3, A2.1	geschweifte spezielle öffnende Brailleschriftklammer
		6, 6.3, A2.1	geschweifte spezielle schließende Brailleschriftklammer
	)	6	runde schließende Klammer
	$\supset$	5E, 12	enthält, ist Obermenge von
	$\supseteq$	5E, 12	enthält oder ist gleich



## A4 Mathematische Zeichen

---

⋮ .	.	2.1.3	Dezimaltrennzeichen (Punkt) in Ausnahmefällen
		2.1.5	Gliederungszeichen
	•	5A, 5B	mal (Punkt)
⋮ ..	–	5A, 5B, 8	minus
		7.1	Strich durch den Pfeilschaft
⋮ .. ∓	∓	5B	minus/plus
⋮ •		1.2	Zeilentrennzeichen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Zeichen
		1.2	Zusammenhaltepunkt
		4.4	Akzentzeichen
⋮ ∂	∂	3.5, 11, 11.3, A2.1	rundes d (für partielle Ableitung)
⋮ ħ	ħ	3.5	h-quer, reduzierte plancksche Konstante
⋮		6, 6.5, A2.1	senkrechter Strich (an allen Stellen)
		12	senkrechter Strich, so dass
		5D	teilt
		11, 11.3	Integralstrich
⋮ ∮	∮	3.5	weierstraßsches p

## A4 Mathematische Zeichen

---



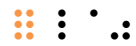
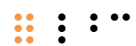











⠠ ⠨		5G, 14	parallel zu (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
		6, 6.5, A2.1	senkrechter Doppelstrich (an allen Stellen) (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠ ⠨ ⠨	#	5G	parallel und gleich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)
⠠ :		3.1, 3.2	ein oder mehrere Großbuchstaben
		8	Ankündigungszeichen für einfache obere Markierungen
		7.1, A2.2	kleiner Querstrich eines Zuordnungspfeils
⠠ ⠨ ⠨		11, 11.3	Integral besonderer Art
⠠ ⠨ ⠨ ⠨	↦	5H, 7.1	Zuordnungspfeil
⠠ :		8, 10	Ankündigungszeichen für zusammenfassende untere Markierungen
		3.1, 3.4, 14.3	2. besondere typografische Auszeichnung
		4.1	Kennzeichen für Einheitsymbole
⠠ ⠨ ⠨ ⠨	ct	4.6	Euro-Cent (Eurozone)
⠠ ⠨ ⠨ ⠨ ⠨	dkr	4.6	Krone (Dänemark)
⠠ ⠨ ⠨ ⠨	eV	4.4	Elektronenvolt

## A4 Mathematische Zeichen

---

⠠⠢⠗	iR	4.6	Rupie (Indien)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	kHz	4.4	Kilohertz
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	kΩ	4.4	Kilohm
⠠⠠⠠	m	4.4	Meter
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	min	4.4	Minute
⠠⠠⠠⠠⠠	mm	4.4	Millimeter
⠠⠠⠠⠠⠠	mA	4.4	Milliampere
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	rad	4.3, A2.1	Radian (rad)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	rad <sup>2</sup>	4.3, A2.1	Quadradian
⠠⠠⠠	s	4.4	Sekunde
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	sec	4.4	Sekunde
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	%	4.2	Prozent
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	‰	4.2	Promille
⠠⠠⠠⠠⠠	¢	4.6	Cent (vor allem USA)
⠠⠠⠠⠠⠠	€	4.6	Euro (Eurozone)
⠠⠠⠠⠠⠠	£	4.6	Pfund (vor allem Großbritannien)
⠠⠠⠠⠠⠠	\$	4.6	Dollar (vor allem USA)
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	\$A	4.6	Dollar (Australien)
⠠⠠⠠⠠⠠	¥	4.6	Yen (Japan)
⠠⠠⠠⠠⠠	¥	4.6	Yuan (China)

## A4 Mathematische Zeichen

	'	4.3, A2.1	Minute (Strich)
	"	4.3, A2.1	Sekunde (Doppelstrich)
	°	4.3, A2.1	Grad (Kringel)
	AUD	4.6	Dollar (Australien)
	CHF	4.6	Franken (Schweiz)
	CNY	4.6	Yuan (China)
	CZK	4.6	Krone (Tschechische Republik)
	DKK	4.6	Krone (Dänemark)
	EUR	4.6	Euro (Eurozone)
	GBP	4.6	Pfund (Großbritannien)
	INR	4.6	Rupie (Indien)
	JPY	4.6	Yen (Japan)
	MV	4.4	Megavolt
	MeV	4.4	Megaelektronenvolt
	NZD	4.6	Dollar (Neuseeland)
	NZ\$	4.6	Dollar (Neuseeland)
	TL	4.6	Pfund/Lira (Türkei)
	TRL	4.6	Pfund/Lira (Türkei)
	USD	4.6	Dollar (USA)
	V	4.4	Volt

## A4 Mathematische Zeichen

	Å	4.4	Ångström
	Fr.	4.6	Franken (Schweiz)
	Hz	4.4	Hertz
	Kc	4.6	Krone (Tschechische Republik)
	MeV	4.4	Megaelektronenvolt
	μW	4.4	Mikrowatt
	μm	4.4	Mikrometer
	Ω	4.4	Ohm
		10	zweites Projektivverstärkungszeichen
		3.1, 3.4, 14.3	1. besondere typografische Auszeichnung
		7.1	einfache Spitze nach links oder unten
		8	zweites Verstärkungszeichen für zusammenfassende Markierungen bei Verschachtelungen
	{	6, 12, A2.1	geschweifte öffnende Klammer
	}	6, 12, A2.1	geschweifte schließende Klammer
		8	zweites Abkündigungszeichen für verstärkte zusammenfassende Markierungen

## A4 Mathematische Zeichen

---

		10	Schlusszeichen für verstärkte Projektive
⋮ ⋯		1.1, 1.1.2	Ankündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift
⋮ ⋯⋯	←	5H, 7.1, 8	Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze
⋮ ⋯⋯⋯	↔	5H, 7.1	Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen
⋮ ⋯⋮	*	5B, A2.1	mal (Stern)
⋮ ⋯ ⋮⋮	⌈	6, A2.2	gaußsche öffnende Klammer (obere Grenze)
⋮ ⋯ ⋮⋮	⌋	6, A2.2	gaußsche schließende Klammer (obere Grenze)
⋮ ⋯ ⋯		7.1	doppelte Spitze nach links oder unten
⋮ ⋯ ⋮⋮	⌊	6, A2.2	gaußsche öffnende Klammer (untere Grenze)
⋮ ⋯ ⋮⋮	⌋	6, A2.2	gaußsche schließende Klammer (untere Grenze)
⋮ ⋮		3.1, 3.2	ein Großbuchstabe, gefolgt von einem oder mehreren Kleinbuchstaben
		8, 10	Ankündigungszeichen für zusammenfassende obere Markierungen

## A4 Mathematische Zeichen

---

		8	Verstärkungszeichen für zusammenfassende Markierungen
		10	Projektivverstärkungszeichen
⠠ ⠠⠠	<	6, A2.1	spitze öffnende Klammer
⠠ ⠠⠠	>	6, A2.1	spitze schließende Klammer
⠠ ⠠⠠	⌒	14	zusammenfassende Markierung für Bogen (Bogen über mehreren Symbolen)
⠠ ⠠⠠		8	Abkündigungszeichen für verstärkte zusammenfassende Markierungen
		10	Schlusszeichen für verstärkte Projektive
⠠ ⠠⠠	—	14	zusammenfassende Markierung für Strecke (waagrechter Strich über mehreren Buchstaben)
⠠ ⠠⠠⠠	→	14	zusammenfassende Markierung für Vektor (Pfeil über mehreren Symbolen)
⠠ ⠠ ⠠⠠	{	6, A2.2	Zeilenzusammenfassungsklammer: mehrere Zeilen zusammenfassende große linke geschweifte Klammer
⠠ ⠠⠠⠠	ℂ	3.5, 12	Menge der komplexen Zahlen

## A4 Mathematische Zeichen

---

⠠⠨	$\mathbb{H}$	3.5, 12	Menge der Quaternionen
⠠⠒	$\mathbb{N}$	3.5, 12	Menge der natürlichen Zahlen
⠠⠏	$\mathbb{P}$	3.5, 12	Projektive Gerade
⠠⠒	$\mathbb{Q}$	3.5, 12	Menge der rationalen Zahlen
⠠⠕	$\mathbb{R}$	3.5, 12	Menge der reellen Zahlen
⠠⠗	$\mathbb{Z}$	3.5, 12	Menge der ganzen Zahlen
⠠⠨		3.1, 3.3	griechische Buchstaben
		8	Ankündigungszeichen für einfache untere Markierungen
		9	Bruchende
⠠⠨		6, 6.5, 14.3	Beginn einer neuen Zeile
⠠⠨		3.1, 3.2	Kleinbuchstaben
		3.7	Ankündigungszeichen für Satzzeichen
		1.2	Zeilentrennzeichen an der Stelle eines Leerzeichens
⠠⠨	$\langle$	6, A2.1	stumpfwinklige öffnende Klammer
⠠⠨	$\rangle$	6, A2.1	stumpfwinklige schließende Klammer
⠠⠨	$\dots$	1.1, 1.1.2	Abkündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift



⠠ ..

1.1, 1.1.3 Ankündigungszeichen für eine Passage in Textschrift

1.1, 1.1.3 Abkündigungszeichen für eine Passage in Textschrift

1.1, 1.1.2 Abkündigungszeichen für eine Passage in Mathematikschrift

⠠ . ⠠ :

1.3, 6 öffnende und schließende Klammer für Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung

# A5 Alphabetisches Sachregister

Sternchen weisen auf Einträge in Zeichenlisten und Fettdruck bei mehreren Verweisen auf den wichtigsten Eintrag hin.

## A

Abkündigung: siehe An- und Abkündigungstechnik

Ableitungsstrich: siehe Striche

Ableitungspunkt: siehe Punkt

ähnlich, äquivalent, proportional: **5**, 5C\*

Analysis: 11

An- und Abkündigungstechnik:

- Brüche: 9.3
- Doppelleerzeichentechnik: 1.1.4
- horizontale Zusammenfassungen mit Erläuterung als Text: 15.2
- Mathematikschrift: 1.1\*, **1.1.2\***, 1.1.5, 3.7, A2.11
- Textschrift: 1.1\*, **1.1.3\***, 1.1.5, A2.11
- Markierungen, einfache und zusammenfassende: 8
- Projektive: 10, A2.10

Ängström: 4.4\*

Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung: **1.3\***, 2.1.3, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5, 6\*, 6.3, 7.1, 15.1, A2.6, A2.12

Apostroph (bei Zahlen): 2.1.1, 2.1.5

äquivalent, proportional, ähnlich: **5**, 5C\*

arabische Ziffern: siehe Zahlen

Argument (Funktion): 11\*, **11.2\***

Argumente: siehe Funktionen

## B

Bogen: 8\*, **8.2**, 14.1\*

brailleschrifttechnische Anmerkungsklammern: siehe Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung

Brailleschriftklammern, spezielle: 6\*, **6.3\***

Brüche: 9

- Anfangs- und Endezeichen: 9\*, **9.3**
- ausführliche Schreibweise: 9\*, **9.3**
- Dezimalbrüche: 2.1.3
- einfache Schreibweise: 9\*, **9.2**

- Mehrfachbrüche: 9\*, **9.4**
  - Zahlenbrüche: 2.1.2, **9.1**
- Buchstaben: 3
- Akzentbuchstaben: 4.4
  - Allgemeines zur Kennzeichnung: 3.1
  - buchstabenähnliche Symbole: 3.5
  - griechische: siehe griechische Buchstaben
  - Groß- und Kleinschreibung: 2.2, 3.1, **3.2**, 3.3, 3.4, 3.6, 3.8, "Vorwort — Kompaktheit versus Kontextunabhängigkeit", A2.6
  - Kurzwortsymbole: 2.6
  - lateinische: 3.2
  - typografische Auszeichnungen: 3.4
- buchstabenähnliche Symbole: siehe Buchstaben

### C

Cartesisches Produkt (Malkreuz): **5**, 5B\*, 12\*

### D

d, rundes (partielle Ableitung): **3.5\***, 11\*, 11.3\*

Datum: siehe Zahlen

Delta: 3.3\*

- großes als Differenzzeichen: **3.5\***, 11\*, 11.3\*

Dezimalbrüche: siehe Brüche

Dezimalklassifikatoren: siehe Zahlen

Dezimaltrennzeichen: siehe Zahlen

Differenzzeichen, Delta (großes): **3.5\***, 11, 11.3

Doppelleerzeichentechnik: 1.1.4

Dreieck: 14.1\*

durch, geteilt durch, verhält sich zu (Doppelpunkt): **5**, 5A\*, 5B\*, A2.12

Durchmesser: 14.1\*

### E

Einheitensymbole: 4

- aus Buchstaben: 4.4

- Kennzeichnung: 4.1

Element von: **5**, 5E\*, 12\*

enthalten in oder gleich: **5**, 5E\*, 12\*

enthalten in, Teilmenge von: **5**, 5E\*, 12\*

entspricht: **5**, 5C\*

Exponenten: "Zum Gebrauch dieses Regelwerks – LaTeX",  
2.1.2, 5, 8.1, 10\*, **10.3.1**, A2.1, A2.4

Exponentialfunktion: 11\*, **11.2\***

### F

Fettdruck: siehe typografische Auszeichnungen, besondere

Funktionen: 11, 11.1, 11.2

- Argumente: 3.6, 11.2, 14.2, A2.12

- Exponentialfunktion: 11\*, **11.2\***

### G

gegen den Uhrzeigersinn: 14.1\*

Geld: 2.1.3, 2.1.5, 4.6, A2.3

gemischte Zahlen: siehe Zahlen

Geometrie: 3.6, 5G\*, **14.1\***

geteilt durch: siehe durch

Gliederung langer Zahlen: siehe Zahlen

Gliederungszeichen: siehe Zahlen

gotische Buchstaben: siehe typografische Auszeichnungen,  
besondere

Grenzen, obere und untere (hintere Indizes): 11\*, 11.1\*, 11.3

griechische Buchstaben: **3.3\***

Großbuchstaben: siehe Buchstaben

### H

horizontaler Strich (Markierung): siehe Striche

h-quer, reduzierte plancksche Konstante: 3.5\*

Hyperbelfunktionen: 14.2\*

hyperbolicus: 14.2

### I

identisch gleich, kongruent (Zahlentheorie): **5**, 5C\*

im Uhrzeigersinn: 14.1\*

Indizes:

- allgemein: 10\*, **10.3**, A2.4

- als Grenzen bei Integralen: **11.3\***, A2.4

- als Grenzen bei Produkten und Summen: **11.1\***, A2.4

- aus ganzen Zahlen: 2.1.2, **10.3.3**, A2.4

- vordere: 10\*, **10.3.2**, A2.4

- hintere: 10\*, **10.3.3**, A2.4

inkongruent:

- Operations- und Relationszeichen (Geometrie): **5**, 5G\*

- Zahlentheorie, nicht identisch gleich: **5**, 5C\*

Integrale: 11\*, **11.3\***

Integralstrich: 11\*, **11.3\***

## K

Keil (Markierung): 8\*, **8.1**

Kennzeichen für Einheitensymbole: 4.1\*

Kennzeichnung von Buchstaben: siehe Buchstaben

Kilo-: 4.5

Klammern:

- eckige Klammern: 6\*

- eckige spezielle Brailleschriftklammern: 6\*, **6.3\***

- einfache Klammern: 6\*, **6.2**

- gaußsche Klammern (obere bzw. untere Grenze): 6\*

- geschweifte Klammern: **6\***, 12\*

- geschweifte Klammer über mehrere Zeilen: 6\*, **6.4**

- geschweifte spezielle Brailleschriftklammern: 6\*, **6.3\***

- liegende Klammern: 15.2\*

- Matrizen: 6.4

- mehrzeilige Klammersausdrücke: 6.4

- runde Klammern: 2.1.4, **6\***

- runde spezielle Brailleschriftklammern: 6\*, **6.3\***

- spezielle Brailleschriftklammern: 6\*, **6.3\***

- stumpfwinklige Klammern: 6\*

- Textklammern: 6.6

- Vektorklammern: 6.4, 14.3

- Zeilenzusammenfassungsklammer: 6\*, **6.4**

klein gegen: **5**, 5C\*

Kleinbuchstaben: siehe Buchstaben

kleiner als: **5**, 5A\*, 5C\*

kleiner oder gleich: **5**, 5C\*

kleiner oder größer als: **5**, 5C\*

kleiner, gleich oder größer: **5**, 5C\*

komplementäre Mengen: 12\*

kongruent (Geometrie): **5**, 5G\*

Koppa: 3.3\*

Kreis:

- Geometrie: 14.1\*
- Markierung: 8\*, **8.1**

Kreuz, schräges:

- Malkreuz: **5**, 5B\*
- Markierung: 8\*, **8.1**

Kursivdruck: siehe typografische Auszeichnungen, besondere

Kurzwortsymbole: siehe Buchstaben

L

LaTeX, Gebrauch in diesem Werk: "Zum Gebrauch dieses  
Regelwerks — LaTeX"

Layout, Schriftwechsel durch: 1.1.1

leere Menge: 12\*

Leerzeichen, Unterdrückung: 1.2

Liechtenstein:

- Frankenbeträge: 2.1.3, 2.1.5
- Zahlengliederung: 2.1.5

Limes: 11\*, **11.3\***

Logarithmusfunktionen: 11\*, **11.2\***

Logik: 5F\*, **13\***

M

mal

- Cartesisches Produkt (Malkreuz): **5**, 5B\*, 12\*
- Kreuz: **5**, 5B\*
- Punkt: **5**, 5A\*, 5B\*
- Stern: **5**, 5B\*

Markierungen: 8

- einfache: 8\*, **8.1**
- zusammenfassende: 8\*, **8.2**

Mathematikschrift:

- Entwicklung: "Vorwort — Entwicklung"
- Grundmerkmale: "Vorwort — Kompaktheit versus  
Kontextunabhängigkeit"
- Wechsel zu Textschrift: siehe Schriftwechsel

Matrizen: 6.4

Mega-: 4.5

mehrere Zeilen zusammenfassende große linke geschweifte  
Klammer (Zeilenzusammenfassungsklammer): 6\*, **6.4**

mehrzeilige Klammersdrücke: 6.4

Menge:

- der ganzen Zahlen: **3.5\***, 12\*
- der komplexen Zahlen: **3.5\***, 12\*
- der natürlichen Zahlen: **3.5\***, 12\*
- der Quaternionen: **3.5\***, 12\*
- der rationalen Zahlen: **3.5\***, 12\*
- der reellen Zahlen: **3.5\***, 12\*
- leere: 12\*

Mengenlehre: 5, 5E\*, **12\***

Meter: 4.4\*

Mikro-: 4.5

Milli-: 4.5

minus: 2.1.2, **5**, 5A\*, 5B\*, A1.2

- als Markierung: 8\*, **8.1**

- in Indizes: 10.3.3, A2.4

Minute: 4.3\*, 4.4\*

### N

Nabla: 14.3\*

nicht: **5**, 5F\*, 13\*

nicht ähnlich, nicht äquivalent, nicht proportional: **5**, 5C\*

nicht äquivalent, nicht proportional, nicht ähnlich: **5**, 5C\*

nicht Element von: **5**, 5E\*, 12\*

nicht größer als: **5**, 5C\*

nicht identisch gleich, inkongruent (Zahlentheorie): **5**, 5C\*

nicht kleiner als: **5**, 5C\*

nicht proportional, nicht ähnlich, nicht äquivalent: **5**, 5C\*

Numerus: 11\*, **11.2\***

### O

Obermenge von, enthält: **5**, 5E\*, 12\*

oder: **5**, 5F\*, 13\*

Ohm: 4.4\*

Operationszeichen: 5, 5B\*

Ordnungszahlen: siehe Zahlen

### P

parallel und gleich: **5**, 5G\*

parallel zu: **5**, 5G\*, 14.1\*

Parallelogramm: 14.1\*

partielle Ableitung, rundes d: **3.5\***, 11\*, 11.3\*

Passage in Textschrift: 1.1, 1.1.3

Periodische Dezimalbrüche: siehe Zahlen

perspektiv zu: **5**, 5G\*

Pfeile: 7\*

- Beschriftung von: 7.3\*

- definierte: 5G\*, 7, **7.2\***

- horizontale: 5G\*, 7, **7.1\***

- Logik: 13\*

- Markierung: 8\*, **8.1**, **8.2**, 14.3\*

- modulare: 7.1\*

- Operations- und Relationszeichen: 5H\*

- Schlüsselzeichen: 7.1\*

Pfund: 4.6\*

Pi: 3.3\*

- als Produktzeichen: **3.5\***, 11\*, 11.1\*

plancksche Konstante: 3.5\*

Platzhalter: 15.1

plus: **5**, 5A\*, 5B\*

- als Markierung: 8\*, **8.1**

- in Indizes: 10.1, 10.3.3

plus/minus: **5**, 5B\*

Produktzeichen: **3.5\***, 11\*, 11.1\*

projektiv zu: **5**, 5G\*

projektive Gerade: **3.5\***, 12\*

Projektivtechnik: 10

- Ende sämtlicher Projektive: 10\*, **10.2**, A2.10

- einfache Projektive: 10.1

- Indizes und Exponenten: 10.3

- verstärkte Projektive: 10.2

Promille: 4.2\*

proportional, äquivalent, ähnlich: **5**, 5C\*

Prozent: 4.2\*

Punkt:

- Ableitungspunkt: 8\*, **8.1**, 11\*, 11.3\*

- Malpunkt: 5, 5A\*, 5B\*

- Markierung: 8\*, **8.1**



- Satzpunkt: 3.7
- Tausender-Trennzeichen (Gliederungszeichen): 2.1.5\*

Punkt 4:

- Akzentzeichen: 1.2, **4.4\***
- Zeilentrennzeichen: 1.2\*
- Leerzeichenersatz: **1.2\***, 10.1
- Symbolbestandteil: 1.2
- Zusammenhaltepunkt: 1.2\*

Punkt 6:

- Satzzeichen, Ankündigung für: 3.7\*
- Zeilentrennzeichen: 1.2\*

### Q

Quadrat: 14.1\*

Quadratradiant: 4.3\*

### R

Radian (rad): 4.3\*

Randmarkierung: 1.1.1

Rechteck: 14.1\*

Relationszeichen: 5, 5C\*

Rhombus: 14.1\*

Römische Zahlen, Ziffern: 2.2\*

rot, curl (Rotation): 14.3\*

rundes d (partielle Ableitung): **3.5\***, 11\*, 11.3\*

### S

Satzzeichen:

- Kennzeichnung: **3.7**
  - Schriftwechsel: 1.1.2, 1.1.4, 1.1.5
- Schlangenlinie, Tilde (Markierung): 8\*, 8.1, 8.2

Schlüsselzeichen:

- Einheiten: A2.8
- Geometrische Symbole: 14.1
- Kurzwörter: 3.6\*, A2.12
- Pfeile: 7.1\*
- Verwechslung mit: 5

schräger Strich: siehe Striche

Schriftliche Rechenverfahren: 2.1.1, A1

Schriftwechsel (Mathematik und Text): **1.1**, 3.8, A2.11

schräges Kreuz: siehe Kreuz, schräges  
Schweiz:

- Frankenbeträge: 2.1.3, 2.1.5
- Zahlengliederung: 2.1.5

Sekunde: 4.3\*, 4.4\*

senkrecht auf:

- Operations- und Relationszeichen: 5G\*
- Geometrische Symbole: 14.1\*

senkrechte Striche: siehe Striche

Sigma: 3.3\*

- als Summenzeichen: **3.5\***, 11\*, 11.1\*

so dass, senkrechter Strich: 6.5, 12\*

spezielle Brailleschriftklammer: 6\*, **6.3\***

Standardmengen: **3.5\***, 12\*

Stern:

- als Markierung: 8\*, **8.1**
- Malstern: **5**, 5B\*, A2.1\*, A2.12

Strecke (Markierung): 8\*, **8.2**, 14.1\*

Striche:

- als Markierung für komplementäre Mengen: 8\*, **8.1**, 12
- Ableitungsstriche (Markierung): 8\*, **8.1**, 11\*, 11.3\*
- durch den Pfeilschaft: 7.1\*
- horizontale (Markierung): 8\*, **8.1**, **8.2**, 14.3
- Minutenstrich: 4.3\*
- schräge (Markierung): 8\*, **8.1**
- Sekundenstriche: 4.3\*
- senkrechte: 6\*, **6.5\***, 12\*
- so dass (senkrechter Strich): 6.5, 12\*

Summenzeichen: **3.5\***, 11\*, 11.1\*

Symbole:

- buchstabenähnliche: 3.5
- Einheiten: siehe Einheiten
- geometrische: 3.6, 5G\*, **14.1\***

symmetrische Differenz: **5**, 5E\*, 12\*

## T

Tabellenspalten: 1.1.1

Tausender-Trennzeichen: 2.1.5\*

teilt: **5**, 5D\*

teilt nicht: **5**, 5D\*

Teilmenge von, enthalten in: **5**, 5E\*, 12\*

Temperaturmaße: 4.3\*

Textschrift: siehe Schriftwechsel

Tilde, Schlangenlinie (Markierung): 8\*, 8.1, 8.2

Trennzeichen:

- Tausender-Trennzeichen: 2.1.5\*

- Zeilentrennzeichen (Brailleschrift): 1.2\*

Trigonometrie: 14.2\*

typografische Auszeichnungen, besondere: 3.1\*, **3.4\***, 14.3

### U

Übertragung in Brailleschrift: siehe Anmerkungen zur  
Brailleschriftübertragung

Uhrzeiten: siehe Zahlen

und: **5**, 5F\*, 13\*

unendlich: 11\*, 11.1\*

ungefähr gleich: **5**, 5C\*

ungleich: **5**, 5C\*

### V

Variablen, typografische Kennzeichnung: **3.4**, 3.6, 3.8, 4.1

Vektor: 14.3

- Markierung (Pfeil über einem Symbol): 8\*, **8.1**, **8.2**, 14.3\*

vel (Verbandstheorie): **5**, 5E\*

vereinigt mit: **5**, 5E\*, 12\*

Vergrößerungspräfixe: 4.5

verhält sich zu (Doppelpunkt), geteilt durch: siehe durch

Verkleinerungspräfixe: 4.5

verknüpft mit (Kuller): **5**, 5B\*, 11\*, 11.1\*

vermindert um, ohne: **5**, 5E\*, 12\*

Verschachtelung:

- Markierungen: 8.2

- Projektive: 10.2

vertauschbar (Doppelpunkt-Gleichheitszeichen-Doppelpunkt):  
**5**, 5C\*

Volt: 4.4\*

vordere Indizes: 10\*, 10.1, 10.2, **10.3.2**, 10.3.3

### W

Währungssymbole: 4.6\*

waagrechter Strich (Markierung): **8\***, 14.3

Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift: siehe Schriftwechsel

weierstraßsches p: 3.5\*

Winkel:

- Zeichen: 14.1\*
- rechter: 14.1\*
- Funktionen: 14.2\*
- Maße: 4.3\*

Wurzel: 10\*, **10.4**

### Z

Zahlen: 2\*

- arabische: 2.1
- Datum: 2.1.6
- Dezimalbrüche: 2.1.3
- Dezimalklassifikatoren: 2.1.6
- Dezimaltrennzeichen: 2.1.1, **2.1.3\***, 2.1.6, A1.5
- ganze Zahlen: 2.1.2
- gemischte Zahlen: 9.1
- gesenkte Schreibweise: **2.1.2\***, 9.1
- Gliederung langer Zahlen: 2.1.1, **2.1.5\***, A1
- Gliederungszeichen: 2.1.1, **2.1.5\***, A1
- Mengen (ganze, reelle Zahlen usw.): **3.5\***, 12\*
- Ordnungszahlen: 2.1.6
- Periodische Dezimalbrüche: 2.1.4\*
- römische: 2.2\*
- Standardschreibweise: 2.1.1\*
- Uhrzeit: 2.1.6
- verkürzte Schreibweise aus der Textschrift: 2.1.6
- Zahlenbrüche: siehe Brüche
- Zahlzeichen: 2.1.1\*

Zahlenbrüche: siehe Brüche

Zahlzeichen: siehe Zahlen

Zeichen:

- Summenzeichen: 3.5\*, 11\*, **11.1\***
- Produktzeichen: 3.5\*, 11\*, **11.1\***
- Differenzzeichen: 3.5\*, 5E\*, 11\*, **11.3\***

Zeilentrennzeichen (Brailleschrift): 1.2\*

Zeilenumbruch:

- Brailleschriftzeilenumbrüche: **1.2\***
- Kennzeichnung von Schwarzschriftzeilenumbrüchen: 6\*, **6.4**, 6.5\*, 14.3\*

Zeilenzusammenfassungsklammer: 6\*, **6.4**

Ziffern: 2\*

- Standardschreibweise: 2.1.1\*
- gesenkte Schreibweise: 2.1.2\*

Zuordnungspfeil: 5H\*, **7.1\***

Zusammenfassungen, horizontale: 15.2\*

Zusammenhaltepunkt: 1.2\*