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 Eurobraille**

(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

**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

[Vorwort 5](#_Toc410933379)

[Entwicklung 5](#_Toc410933380)

[Kompaktheit versus Kontextunabhängigkeit 6](#_Toc410933381)

[Neuerungen 6](#_Toc410933382)

[Zum Gebrauch dieses Regelwerks 8](#_Toc410933383)

[Aufbau 8](#_Toc410933384)

[LaTeX 9](#_Toc410933385)

[1 Grundlegende Techniken zur Übertragung von Mathematik 10](#_Toc410933386)

[1.1 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift 10](#_Toc410933387)

[1.1.1 Layout 10](#_Toc410933388)

[1.1.2 An- und Abkündigungszeichen für Mathematikschrift 14](#_Toc410933389)

[1.1.3 An- und Abkündigungszeichen für Textschrift 16](#_Toc410933390)

[1.1.4 Doppelleerzeichentechnik 17](#_Toc410933391)

[1.1.5 Hinweise zum Einsatz der Schriftwechseltechniken 19](#_Toc410933392)

[1.2 Trennen und Zusammenhalten mathematischer Ausdrücke 21](#_Toc410933393)

[1.3 Anmerkungen zur Brailleschriftübertragung 22](#_Toc410933394)

[2 Ziffern und Zahlen 24](#_Toc410933395)

[2.1 Arabische Ziffern und Zahlen 24](#_Toc410933396)

[2.1.1 Zahlen in Standardschreibweise 24](#_Toc410933397)

[2.1.2 Zahlen in gesenkter Schreibweise 26](#_Toc410933398)

[2.1.3 Dezimalbrüche 28](#_Toc410933399)

[2.1.4 Periodische Dezimalbrüche 29](#_Toc410933400)

[2.1.5 Gliederung langer Zahlen 30](#_Toc410933401)

[2.1.6 Ordnungszahlen, Dezimalklassifikatoren, Daten und Uhrzeiten 32](#_Toc410933402)

[2.2 Römische Zahlen 34](#_Toc410933403)

[3 Buchstaben und Satzzeichen 36](#_Toc410933404)

[3.1 Vorbemerkung zur Kennzeichnung von Buchstaben 36](#_Toc410933405)

[3.2 Groß- und Kleinschreibung lateinischer Buchstaben 36](#_Toc410933406)

[3.3 Griechische Buchstaben 39](#_Toc410933407)

[3.4 Besondere typografische Auszeichnungen 43](#_Toc410933408)

[3.5 Buchstabenähnliche Symbole 46](#_Toc410933409)

[3.6 Kurzwortsymbole 48](#_Toc410933410)

[3.7 Satzzeichen 50](#_Toc410933411)

[3.8 Text in der Mathematikschrift 50](#_Toc410933412)

[4 Einheiten 52](#_Toc410933413)

[4.1 Kennzeichnung von Einheitensymbolen 52](#_Toc410933414)

[4.2 Prozent, Promille 53](#_Toc410933415)

[4.3 Winkel- und Temperaturmaße 53](#_Toc410933416)

[4.4 Einheitensymbole aus Buchstaben 54](#_Toc410933417)

[4.5 Vergrößerungs- und Verkleinerungspräfixe 57](#_Toc410933418)

[4.6 Währungssymbole 58](#_Toc410933419)

[5 Operations- und Relationszeichen 61](#_Toc410933420)

[6 Klammern und senkrechte Striche 68](#_Toc410933421)

[6.1 Allgemeines zu Klammern 69](#_Toc410933422)

[6.2 Einfache Klammern 69](#_Toc410933423)

[6.3 Spezielle Brailleschriftklammern 71](#_Toc410933424)

[6.4 Mehrzeilige Klammerausdrücke 73](#_Toc410933425)

[6.5 Senkrechte Striche 77](#_Toc410933426)

[6.6 Textklammern in der Mathematik 79](#_Toc410933427)

[7 Pfeile 81](#_Toc410933428)

[7.1 Modulare Pfeile 81](#_Toc410933429)

[7.2 Definierte Pfeile 85](#_Toc410933430)

[7.3 Beschriftung von Pfeilen 86](#_Toc410933431)

[8 Einfache und zusammenfassende Markierungen 88](#_Toc410933432)

[8.1 Einfache Markierungen 90](#_Toc410933433)

[8.2 Zusammenfassende Markierungen 93](#_Toc410933434)

[9 Brüche 96](#_Toc410933435)

[9.1 Zahlenbrüche und gemischte Zahlen 96](#_Toc410933436)

[9.2 Einfache Bruchschreibweise 98](#_Toc410933437)

[9.3 Ausführliche Bruchschreibweise 99](#_Toc410933438)

[9.4 Mehrfachbrüche 103](#_Toc410933439)

[10 Projektivtechnik 105](#_Toc410933440)

[10.1 Einfache Projektive 106](#_Toc410933441)

[10.2 Verstärkte Projektive 108](#_Toc410933442)

[10.3 Indizes und Exponenten 109](#_Toc410933443)

[10.3.1 Hintere Indizes und Exponenten 110](#_Toc410933444)

[10.3.2 Vordere Indizes 114](#_Toc410933445)

[10.3.3 Indizes aus ganzen Zahlen 116](#_Toc410933446)

[10.4 Wurzeln und Zusätze 117](#_Toc410933447)

[11 Analysis 119](#_Toc410933448)

[11.1 Funktionen 120](#_Toc410933449)

[11.2 Logarithmus- und Exponentialfunktionen 121](#_Toc410933450)

[11.3 Integral- und Differentialrechnung 123](#_Toc410933451)

[12 Mengenlehre 126](#_Toc410933452)

[13 Logik 129](#_Toc410933453)

[14 Geometrie, Trigonometrie und Vektoren 130](#_Toc410933454)

[14.1 Geometrische Symbole 130](#_Toc410933455)

[14.2 Winkel-, Hyperbelfunktionen und Umkehrungen 131](#_Toc410933456)

[14.3 Vektoren 134](#_Toc410933457)

[15 Platzhalter und horizontale Zusammenfassungen 138](#_Toc410933458)

[15.1 Platzhalter 138](#_Toc410933459)

[15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klammern 139](#_Toc410933460)

[Anhänge 143](#_Toc410933461)

[A1 Schriftliche Rechenverfahren über mehrere Zeilen 143](#_Toc410933462)

[A1.1 Addition 144](#_Toc410933463)

[A1.2 Subtraktion 146](#_Toc410933464)

[A1.3 Multiplikation 147](#_Toc410933465)

[A1.4 Division 148](#_Toc410933466)

[A1.5 Lineare Addition 149](#_Toc410933467)

[A1.6 Das Lösen von Gleichungen 150](#_Toc410933468)

[A2 Änderungen in der Mathematikschrift 152](#_Toc410933469)

[A2.1 Geänderte Symbole 152](#_Toc410933470)

[A2.2 Neue Symbole 153](#_Toc410933471)

[A2.3 Zahlen 154](#_Toc410933472)

[A2.4 Exponenten und Indizes 154](#_Toc410933473)

[A2.5 Brüche 155](#_Toc410933474)

[A2.6 Buchstaben 155](#_Toc410933475)

[A2.7 Klammern und senkrechte Striche 155](#_Toc410933476)

[A2.8 Einheiten 156](#_Toc410933477)

[A2.9 Pfeile 156](#_Toc410933478)

[A2.10 Projektivtechnik 156](#_Toc410933479)

[A2.11 Wechsel zwischen Text- und Mathematikschrift 157](#_Toc410933480)

[A2.12 Sonstiges 157](#_Toc410933481)

[A3 Glossar 159](#_Toc410933482)

[A4 Mathematische Zeichen, geordnet nach der 6-Punkte-Braille-Tabelle 163](#_Toc410933483)

[A5 Alphabetisches Sachregister 187](#_Toc410933484)

# 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 Schwarzschriftdarstellung 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 tak­ti­len 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).

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) eine Unterseite zur Braille­mathe­matikschrift 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 Blinden­mathematikschrift 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 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 umre4nungsfaktor von der 3nh3t

elektronvolt \_'e>v in joule \_>j i}:

#a\_e>v =#a\_>v.e'

=#a\_>v.#a,f.#aj|-,\*\_>c'

=#a,f.#aj|-,\*\_>j

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

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

Beispiel 1.1.1 B02

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



der umre4nungsfaktor von der

3nh3t elektronvolt \_'e>v in

joule \_>j i}:

m #a\_e>v =#a\_>v.e'

=#a\_>v.#a,f.#aj|-,\*\_>c'

=#a,f.#aj|-,\*\_>j

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

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

Beispiel 1.1.1 B03

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



satz formel

::::::::::::::::: ::::::::::

d0 multiplikation a.b =b.a

i} kommutativ.

d0 multiplikation 2a.b`.c'

i} assoziativ. =a.2b.c`

d0 #a verh`lt si4 a.#a =a

bez8gli4 der

multiplikation

n2tral.

\[\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 v0recke:

bez34nung umfang fl`4eninhalt

::::::::: :::::::::: :::::::::::::

v0reck a +b +c +d ;d1,8#b<"

2h1, +h1;`

trapez a +b +c +d m.h1a

dra4en- #b'a +#b'b #a;.d1,d1;

v0reck

paralle- #b'a +#b'b a.h1a

logramm

rhombus #d'a ..... #a;.d1,d1;

quadrat #d'a ..... a|;

\[\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 Mathematikschriftpassage. Darauf folgt ein Leer- oder Satzzeichen.

Mit dem Ankündigungszeichen eingeleitete Mathematikschrift­passagen 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 B01

(Anm.: Überschrift aus einem Lehrbuch.)



#ad d0 zerlegung von

!,ax|; +bx +c'.

in linearfaktoren

====================

oder in Kurzschrift:

#ad 0 z7legu v !,ax|;'

+bx +c'. \* l\*e)fakt?c

======================

14 Die Zerlegung von $ax^{2} +bx +c$ in Linearfaktoren

Beispiel 1.1.2 B02



alle kennen d0 formel !,e =mc|;'.,

aber nur wenige ver}ehen s0.

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

Beispiel 1.1.2 B03



d0 newton5e me4anik i} b3 ge5win-

digk3ten im ber34 der li4tge5windig-

k3t =!,c =#c.#aj|(\_m8s'.= ni4t mehr

g8ltig.

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 Texteinschub 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 Texteinschub keine mathematischen Einschübe enthalten sein.

Beispiel 1.1.3 B01



>i1, =#aj.>i1>b '.=ri4twert='.'

=#abj\_<m>a

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

### 1.1.4 Doppelleerzeichentechnik

Überall dort, wo ein Wechsel zwischen Text- und Mathematik­schrift 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 an­ge­zeigt. 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 Ein­schubs muss ebenfalls durch ein Doppelleerzeichen gekenn­zeich­net 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 mathema­ti­schen Passage nicht zum mathematischen Ausdruck. Sie dürfen dennoch vor dem an der Grenzstelle stehenden Doppelleer­zeichen — 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 ange­wen­det werden.

Beispiel 1.1.4 B01



d0 gl34ung x|; =#af i}

na4 'x 1fzul9sen.

Die Gleichung $x^{2} =16$ ist nach $x$ aufzulösen.

Beispiel 1.1.4 B02



basis 'a und exponent 'n 3ner

potenz sind f8r a \*=n i. allg.

ni4t vert15bar: a|n \*=n|a =b3sp0l

f8r 3ne 1snahme: !,#b|/ =#d|;'.=.

Basis $a$ und Exponent $n$ einer Potenz sind für $a \neq n$ i. allg. nicht vertauschbar: $a^{n} \neq n^{a}$ (Beispiel für eine Ausnahme: $2^{4} =4^{2}$).

Beispiel 1.1.4 B03



damit i} a|n f8r alle ganzzah-

ligen exponenten =!,n &e>g'.= defi-

n0rt, allerdings f8r n 9=#j mit

der 3n5r`nkung a \*=#j =denn

f8r a =#j w8rden d0 definitionen

f8r a|-n und !,a|)'.'- wegen

!,a|) =a|n"-n'.'- 1f divisionen

dur4 null f8hren=.

Damit ist $a^{n}$ für alle ganzzahligen Exponenten ($n \in G$) 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 3a 2a o=#j` ver}ehen

wir ...

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

Beispiel 1.1.4 B05



alle kennen ja d0 for-

mel e =mc|;', aber nur wenige

ver}ehen s0.

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

### 1.1.5 Hinweise zum Einsatz der Schriftwechsel­techniken

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  ‌%'.  ‌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 Texteinschübe 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 ß ge­boten, die in der Mathematik­schrift als andere Zeichen, vor allem als Bruch­strich und schließende Klammer, gelesen werden können. Satzzeichen müssen gegebenenfalls mit vorangestelltem Punkt 6 versehen werden.

Beispiel 1.1.5 B01



f2-x` =-f2x` f8r alle x &e>d

oder

f2-x` =-f2x` f ae x &e>d

oder

f2-x` =-f2x` '.f ae'. x &e>d

\[f(-x) =-f(x) \; \text{für alle} \; x \in D\]

## 1.2 Trennen und Zusam­men­halten mathematischer Ausdrü­cke

%' Zeilentrennzeichen an der Stelle eines Leerzeichens

%" Zeilentrennzeichen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Zeichen

%" Zusammenhaltepunkt

In der Schwarzschrift steht in der Regel jeder mathematische "Satz" allein auf einer Zeile. Einen Trennstrich zur Kenn­zeich­nung eines mathematischen Zeilenumbruchs gibt es in der Schwarz­schrift nicht.

In der Brailleschrift nimmt ein mathematischer "Satz" oftmals mehr als nur eine Zeile ein. Daher wird ein Zeichen benötigt, das auf die Fortsetzung in der nächsten Zeile aufmerksam macht.

Das Setzen von Leerzeichen in der Braillemathematikschrift erfolgt nicht willkür­lich. Ist ein Zeilenumbruch notwendig, wird zwischen zwei Fällen unterschieden:

* 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  ‌%\_"e  ‌(Euro) oder  ‌%\_")  ‌(Grad-Zeichen) — ist oder vor einem Buchstaben als Akzentzeichen steht.

## 1.3 Anmerkungen zur Braille­schrift­übertragung

%'<= öffnende und schließende Klammer für Anmerkungen zur Brailleschrift­übertragung

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

%a  Ziffer Eins

%b  Ziffer Zwei

%c  Ziffer Drei

%d  Ziffer Vier

%e  Ziffer Fünf

%f  Ziffer Sechs

%g  Ziffer Sieben

%h  Ziffer Acht

%i  Ziffer Neun

%j  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  ‌%2  ‌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 schriftlichen Rechenverfahren, das Zahlzeichen von den Ziffern etwas wegzu­rücken oder gänzlich darauf zu verzichten, um die Übersichtlich­keit zu wahren (siehe "Anhang A1 Schriftliche Rechenverfahren über mehrere Zeilen").

Beispiel 2.1.1 B01



#c

\[3\]

Beispiel 2.1.1 B02



#bde

\[245\]

Beispiel 2.1.1 B03



#ac':#bg-#ad':#ac $uhr

\[13:27-14:13 \; \text{Uhr}\]

Beispiel 2.1.1 B04



#'je

\['05\]

### 2.1.2 Zahlen in gesenkter Schreib­weise

%,  Ziffer Eins

%;  Ziffer Zwei

%:  Ziffer Drei

%/  Ziffer Vier

%?  Ziffer Fünf

%+  Ziffer Sechs

%=  Ziffer Sieben

%(  Ziffer Acht

%\*  Ziffer Neun

%)  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



#a: =#d,;

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

Beispiel 2.1.2 B02



;x|; 8 x|:< =x|-,

\[\frac{x^{2}}{x^{3}} =x^{-1}\]

Beispiel 2.1.2 B03



e|#b,cjbe ??#aj

\[e^{2.3025} \approx 10\]

### 2.1.3 Dezimalbrüche

%,  Dezimaltrennzeichen (Komma)

In Ausnahmefällen (siehe nachfolgende Erläuterungen)

%.  Dezimaltrennzeichen (Punkt)

In Dezimalbrüchen wird das Dezimaltrennzeichen durch das Dezimalkomma  ‌%,  ‌dar­gestellt, gleichgültig, ob in der Vorlage ein Komma oder ein Punkt steht.

Der Punkt 3  ‌%.  ‌wird als Dezimaltrennzeichen vermieden, da er in der Brailleschrift als Gliederungszeichen für lange Zahlen belegt ist.

Eine Ausnahme bilden Geldbeträge in Schweizer Franken und Rappen. Hier kann die in der Schweiz übliche Schreibweise mit Dezimalpunkt in der Braille­schrift beibehalten werden (siehe auch "2.1.5 Glie­de­rung langer Zahlen").

Werden in anderen Kontexten Dezimalpunkte in der Vorlage verwendet und ist dies von Bedeutung, kann in einer braille­schrifttechnischen Anmerkung darauf hin­ge­wiesen werden.

Striche, die in Geldbeträgen anstelle einer oder zweier Nullen stehen, werden durch das Zeichen Punkte 3,6  ‌%-  ‌dargestellt.

Beispiel 2.1.3 B01



#b,cd

\[2,34\]

Beispiel 2.1.3 B02



#de,ih

\[45.98\]

Beispiel 2.1.3 B03



#-,ej

\[-,50\]

Beispiel 2.1.3 B04



#ajj,-

\[100,-\]

Beispiel 2.1.3 B05



#ajj,--

\[100,--\]

Beispiel 2.1.3 B06

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



\_$fr.#c.ej

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

### 2.1.4 Periodische Dezimalbrüche

%#...2...` periodischer Dezimalbruch

Bei periodischen Dezimalbrüchen wird in der Schwarzschrift die sich wiederholende Ziffernfolge überstrichen. In der Braille­schrift wird diese Ziffernfolge in runde Klam­mern  ‌%2...`  ‌ohne Zahlzeichen gesetzt.

Beispiel 2.1.4 B01



#j,2c`

\[0,\overline{3}\]

Beispiel 2.1.4 B02



#a,2bhegad`

\[1,\overline{285714}\]

Beispiel 2.1.4 B03



#c,db2h`

\[3,42\overline{8}\]

### 2.1.5 Glie­de­rung langer Zahlen

%. Gliederungszeichen

Die Gliederung langer Zahlen in Gruppen von 3 Ziffern erfolgt durch das Gliederungs­zeichen Punkt 3  ‌%.  ‌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  ‌%.  ‌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



#bc.ced

\[23.354\]

Beispiel 2.1.5 B02



#a.cbd.cdb

\[1\;324\;342\]

Beispiel 2.1.5 B03



#ai.jda.ejj

\[19'041'500\]

Beispiel 2.1.5 B04



#bf.jid.cah,gea.fbh

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

Beispiel 2.1.5 B05



#a.jjj

\[1.000\]

Beispiel 2.1.5 B06



#ajjj

\[1000\]

### 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



#c.e.aa

\[3.5.11\]

Beispiel 2.1.6 B02



#g.aj.d.c

\[7.10.4.3\]

Beispiel 2.1.6 B03



#bd.ab.bjaj

\[24.12.2010\]

Beispiel 2.1.6 B04



#bjaj-#ab-#bd

\[2010-12-24\]

Beispiel 2.1.6 B05



#ab.de $uhr

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

Beispiel 2.1.6 B06



#ab':#de $uhr

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

Wo die Textschrift für solche Zahlengefüge eine verkürzende Schreibweise bietet, darf diese ebenfalls in der Mathematik­schrift 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.)



#, #b +#c =#

#; #a +#d =#

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

Beispiel 2.1.6 B08



#:e,,

\[3.5.11\]

Beispiel 2.1.6 B09



#;/ab#bjaj

\[24.12.2010\]

## 2.2 Römische Zahlen

%i  römische Ziffer Eins

%v  römische Ziffer Fünf

%x  römische Ziffer Zehn

%l  römische Ziffer Fünfzig

%c  römische Ziffer Hundert

%d  römische Ziffer Fünfhundert

%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



>x: =#aj.jjj

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

Beispiel 2.2 B04



$:>iv =#djjj

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

# 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 Mathematik­schrift lateinische Kleinbuchstaben in ihren modernen Schrift­formen. Lateinische Großbuchstaben und fremde bzw. typo­grafisch spezielle Buchstaben müssen entsprechend gekenn­zeichnet 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  ‌%'  ‌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  ‌%>  ‌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  ‌%'  ‌als einmal zu wenig an­zukündigen.

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

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

* das nächste Leerzeichen
* das Zeilenende — außer beim Zeilentrennzeichen Punkt 4  ‌%"
* das nächste außeralphabetische Brailleschriftzeichen jeglicher Art

Beispiel 3.2 B01



#aj'a', #ajk', #en', #c>b

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

Beispiel 3.2 B02



!{>abcd', >efgh', >ijkl!}

\[\{ABCD, EFGH, IJKL\}\]

Beispiel 3.2 B03



>abc'd

\[ABCd\]

Beispiel 3.2 B04



$ab$cd

\[AbCd\]

Beispiel 3.2 B05



l9sungsmenge >l1>a

Lösungsmenge $L\_{A}$

Beispiel 3.2 B06



;#a +n 8 #e<'x

\[\frac{1 +n}{5}x\]

## 3.3 Griechische Buchstaben

Ankündigungszeichen

%< griechische Buchstaben

Die griechischen Buchstaben in der Mathematikschrift

%a  Alpha

%b  Beta

%g  Gamma

%d  Delta

%e  Epsilon

%z  Zeta

%j  Eta

%h  Theta

%i  Iota

%k  Kappa

%l  Lambda

%m  My

%n  Ny

%x  Xi

%o  Omikron

%p  Pi

%r  Rho

%s  Sigma

%t  Tau

%u  Ypsilon

%f  Phi

%c  Chi

%y  Psi

%w  Omega

%v  Digamma

%q V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\koppa.jpg 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  ‌%<  ‌ange­kün­digt. Bei griechischen Großbuchstaben wird zusätzlich die Ankündigung für Groß­schrei­bung  ‌%>  ‌bzw.  ‌%$  ‌zwischen diesem Zeichen und dem ersten Buchstaben gesetzt.

Die Ankündigung für griechische Buchstaben gilt für eine Ankündigung der Großschreibung durch Punkte 4,5  ‌%>  ‌bzw. Punkte 4,6  ‌%$  ‌und für alle Buchstaben bis:

* zum nächsten Leerzeichen oder Zeilenende — außer beim Zeilentrenn­zeichen  ‌%"  ‌bzw.
* zum nächsten außeralphabetischen Brailleschriftzeichen jeglicher Art.

Nach einer Folge von griechischen Buchstaben leiten daher die Ankündigungen für Groß- bzw. Kleinbuchstaben  ‌%>  ‌oder  ‌%$  ‌bzw.  ‌%'  ‌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  ‌%<  ‌wie­der­holt werden.

Hinweis:

Das frühere Ankündigungszeichen für griechische Großbuch­staben  ‌%\_  ‌wird nicht mehr angewendet.

Beispiel 3.3 B01



$winkel <a', <b', <g

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

Beispiel 3.3 B02



d0 summe der winkel <abg ergibt

#ahj\_").

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

Beispiel 3.3 B03



<r1$cu

\[\rho\_{Cu}\]

Beispiel 3.3 B04



v =;#b<p'r 8 >t<

\[v =\frac{2\pi r}{T}\]

Beispiel 3.3 B05



>a1>o =<pr'r +#b<p'rh

\[A\_O =\pi \rho r +2 \pi rh\]

Beispiel 3.3 B06



e|"+2<a't"+<b`

\[e^{+(\alpha t +\beta)}\]

Beispiel 3.3 B07

(Anm.: Für die Schreibweise des Großbuchstabens Delta als Differenzzeichen siehe "3.5 Buchstabenähnliche Symbole".)



>p =;&d>e 8 &d't<'

=;&d>w 8 &d't<

\[P =\frac{\Delta E}{\Delta t} =\frac{\Delta W}{\Delta t}\]

Beispiel 3.3 B08



<w =;&d<f 8 &d't<

\[\omega =\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}\]

Beispiel 3.3 B09



>f1>w =#a;c1<w5<r$av|;

\[F\_{W} =\frac{1}{2}c\_{\omega}\rho Av^{2}\]

Hinweis:

Die Darstellung von Eta, Theta und Chi in der Mathematikschrift weicht von der Darstellung in (Alt-)Griechisch ab. Die üblichen Zeichen für diese Buchstaben haben in der Mathematikschrift andere Funktionen und deren Verwendung für griechische Buch­staben birgt große Verwechslungsgefahr. In Texten, in denen diese Buchstaben sowohl in Mathematik- als auch in Textschrift vor­kom­men, muss die abweichende Darstellung in einer braille­schrifttechnischen An­mer­kung erläutert werden.

In der altphilologischen Darstellung werden folgende Zeichen verwendet:

%5  Eta

%4  Theta

%&  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  ‌%\_  ‌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



w0 l1ten der vektor !v:, und

d0 }recke !>ab'?

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

Beispiel 3.4 B02



!#dbbf

oder

\_#dbbf

\[\mathbf{4226}\]

Beispiel 3.4 B03



#a!bc!de', #ce!f!f

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

Beispiel 3.4 B04



$:,!>ab

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

Beispiel 3.4 B05



$$:,\_>f1\_>g$5

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

Beispiel 3.4 B06



\_:!>ab', $\_:!>a1,!>b1,$5

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

## 3.5 Buchstabenähnliche Symbole

%&d  großes Delta als Differenzzeichen

%&s  Summenzeichen

%&p  Produktzeichen

%&e  ist Element von

%"d  rundes d (für partielle Ableitung)

%"h  h-quer, reduzierte plancksche Konstante

%"p  weierstraßsches p

%$$n  Menge der natürlichen Zahlen

%$$z  Menge der ganzen Zahlen

%$$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  ‌%&s  ‌für Summe und  ‌%&p  ‌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  ‌%"h  ab­ge­bil­det. Analog wird bei partiellen Ableitungen das in der Schwarz­schrift geschwungene kleine d in der Braille­schrift mit  ‌%"d  ‌wie­dergegeben.

Auch die mit Doppelstrichen gezeichneten Großbuchstaben für die Standard­men­gen werden in der Brailleschrift durch eigene, jeweils aus drei Braillezeichen beste­hende Symbole wieder­ge­geben:  ‌%$$n  ‌für natürliche Zahlen,  ‌%$$z  ‌für ganze Zah­len,  ‌%$$q  ‌für rationale Zahlen usw. und gelten als außer­alpha­betische 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").

Beispiel 3.5 B01



"h =h8#b<p

\[\hbar =\frac{text{h}}{2\pi}\]

Beispiel 3.5 B02



$$n =!{#a',#b',#c',#d',#e',"

...!}'; $$n1) =!{#j',#a',"

#b',#c',#d',#e',...!}

\[\mathbb{N} =\{1,2,3,4,5,...\}; \; \mathbb{N}\_{0} =\{0,1,2,3,4,5,...\}\]

Beispiel 3.5 B03



<m&dz2;"d|;<y 8 "dt|;<`'

??>t2;"d|;<y 8 "dz|;<`&dz

\[\mu \Delta z \left( \frac{\partial^{2}\psi}{\partial t^{2}} \right)

\approx T \left( \frac{\partial^{2}\psi}{\partial z^{2}} \right) \Delta z\]

## 3.6 Kurz­wort­symbole

%7 Schlüsselzeichen für Kurzwortsymbole

In der Schwarzschrift sind viele definierte Funktionen usw. des Öfteren in abgekürzter Form anzutreffen, so zum Beispiel "sin" für die Sinus-Funktion. Die Buchstaben dieser Kurzwortsymbole 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  ‌%6  ‌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  ‌%7  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  ‌%6  ‌beginnende Symbole existieren, ebenso zu schreiben.

Das Schlüsselzeichen  ‌%7  ‌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



#aj 7mod #h =#b

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

Beispiel 3.6 B02



#a 7>or #a =#a aber'

#a 7>xor #a =#j

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

Beispiel 3.6 B03

(Anm.: Für die übliche Darstellung siehe Beispiel 14.2 B01)



7sin#cj\_") =#j,e

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

Beispiel 3.6 B04



6l1,)'x =6l'x

oder

7log1,)'x =7lg'x

\[\log\_{10}x =\lg x\]

## 3.7 Satzzeichen

%' Ankündigungszeichen für Satzzeichen

Kommen in der Mathematikschrift Satzzeichen vor, muss ihnen der Punkt 6  ‌%'  ‌vorangestellt werden, um sie von anderen Symbolen zu unterscheiden. Der Satzpunkt  ‌%.  ‌sowie der Gedankenstrich  ‌%'-  ‌sind hiervon ausgenommen, da keine Verwechslungsgefahr besteht.

Auch Klammern der Textschrift wird der Punkt 6 voran­gestellt. Runde Text­klam­mern  ‌%=  erscheinen somit jeweils mit einem Punkt 6. Obwohl bei eckigen Text­klam­mern  ‌%'=  ein Punkt 6 be­reits Bestandteil des Symbols ist, müssen sie mit einem wei­teren Punkt 6 angekündigt werden (siehe "6.6 Textklammern in der Mathematik").

## 3.8 Text in der Mathematikschrift

Für Texteinschübe in mathematischen Passagen wird in der Regel in die Text­schrift gewechselt. Dennoch dürfen einzelne Wörter und kurze Phrasen geschrieben werden, ohne die Mathematik­schrift zu ver­lassen. Dann muss Basisschrift ver­wendet werden. In der Mathematikschrift wird die Groß­schrei­bung grundsätzlich gekennzeichnet, so auch bei Wörtern. Dagegen wird bei einem Schriftwechsel zur Textschrift die Großschreibung wie im übrigen Text gehandhabt.

Normalerweise geht dem Text ein Leerzeichen voraus. Dies sorgt in der Regel dafür, dass er nicht zum Beispiel mit Vari­ablen ver­wechselt werden kann. Die deutschen Buchstaben ä, ö, ü und ß werden mit Braillezeichen geschrieben, die eben­falls mathema­tische Symbole oder Teile davon abbilden. Sofern es sich um Klein­buchstaben handelt, müssen sie in kritischen Situationen mit Punkt 6  ‌%'   versehen werden.

Solange die Mathematikschrift nicht verlassen wird, bedarf es beim Zeilenumbruch vor oder nach einem Wort eines Zeilen­trenn­zeichens (siehe "1.2 Trennen und Zusam­men­halten mathematischer Ausdrü­cke").

Für Satzzeichen gelten die in der Mathematikschrift üblichen Regeln. Sie sind daher in den meisten Fällen mit voran­gehen­dem Punkt 6  ‌%'  zu kennzeichnen ‌(siehe "3.7 Satzzeichen").

Beispiel 3.8 B01



a o=#j', n',z &e$$n und'

n \*=#a

\[a \geq 0, \; n,z \in \mathbb{N} \; \text{und} \; n \neq 1\]

Beispiel 3.8 B02



&s>f =#j ==o v =konstant

\[\sum F =0 \Rightarrow v =\text{konstant}\]

Beispiel 3.8 B03



f2x` =;$kraft 8 beschleunigte'

$masse< =;>f 8 m<

\[f(x) =\frac{\text{Kraft}}{\text{beschleunigte Masse}} =\frac{F}{m}\]

# 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



#j,c\_l =#cjj\_ml

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

Beispiel 4.1 B02



#a\_>h =#a\_>v.s8>a

\[1 \text{H} =1 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}\]

## 4.2 Prozent, Promille

%\_#j)  Prozent

%\_#j))  Promille

Beispiel 4.2 B01



#bj\_#j) von #ea\_km

\[20\% \; \text{von} \; 51 \text{km}\]

Beispiel 4.2 B02



#g\_#j))

\[7 \permil\]

## 4.3 Winkel- und Temperaturmaße

%\_")  Grad (Kringel)

%\_"\*  Minute (Strich)

%\_"\*\*  Sekunde (Doppelstrich)

%\_rad  Radiant (rad)

%\_rad|;  Quadratradiant

Beispiel 4.3 B01



#abj\_")

\[120^{\circ}\]

Beispiel 4.3 B02



6a#ij\_") =<p8#b

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

Beispiel 4.3 B03



#bj\_")#e\_"\*#aj\_"\*\*

oder

#bj\_") #e\_"\* #aj\_"\*\*

\[20^{\circ} \; 5' \; 10''\]

## 4.4 Einheitensymbole aus Buchstaben

%" Akzentzeichen

Ausgewählte Einheitensymbole aus Buchstaben

%\_m  Meter

%\_cm  Zentimeter

%\_mm  Millimeter

%\_<m'm  Mikrometer

%\_>v  Volt

%\_>mv  Megavolt

%\_m>a  Milliampere

%\_<m>w  Mikrowatt

%\_<>w  Ohm

%\_k<>w  Kiloohm

%\_$hz  Hertz

%\_k$hz  Kilohertz

%\_e>v  Elektronenvolt

%\_$me>v  oder

%\_>m'e>v  Megaelektronenvolt

%\_s  Sekunde

%\_sec  Sekunde

%\_min  Minute

%\_>"a  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



#a\_atm =#aja,cbe\_k$pa

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

Beispiel 4.4 B02



#a\_$hz =#a\_s|-,

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

Beispiel 4.4 B03



#a\_>"a =#ajj\_pm =#aj|-,)\_m

\[1 \AA =100 \text{pm} =10^{-10} \text{m}\]

Beispiel 4.4 B04



#a\_<>w =#aj|\*\_;cm8s<

oder

#a\_<>w =#aj|\*\_cm8s

\[1 \Omega =10^{9} \frac{\text{cm}}{\text{s}}\]

Beispiel 4.4 B05



#a\_>a =#a\_;>c8s< =#a\_>c.s|-,

oder

#a\_>a =#a\_>c8s =#a\_>c.s|-,

\[1 \text{A} =1 \frac{\text{C}}{\text{s}} =1 \text{C} \cdot \text{s}^{-1}\]

Beispiel 4.4 B06



$kapazit`t1min =;#ae\_s 8 #b\_<>w<'

=#g,e\_;s8<>w< =#g,e\_>f

oder

$kapazit`t1min =#ae\_s8#b\_<>w'

=#g,e\_s8<>w =#g,e\_>f

\[\text{Kapazität}\_{\text{min}} =\frac{15 \text{s}}{2 \Omega}

=7,5 \frac{\text{s}}{\Omega} =7,5 \text{F}\]

## 4.5 Vergrößerungs- und Verkleinerungs­präfixe

Vergrößerungs- und Verkleinerungspräfixe werden verwendet, um ein Mehrfaches bzw. einen Bruchteil einer Grundeinheit zu bilden. Am bekanntesten sind die­jenigen des Internationalen Einheitensystems (SI), zum Beispiel "k" ("Kilo-", das Tausend­fache der Grundeinheit) und "m" ("Milli-", ein Tausendstel der Grund­einheit). Sie werden als Bestandteil der Einheit behan­delt. Das Einheitenkenn­zeichen  ‌%\_  ‌steht also vor dem Präfix und nicht vor der Grundeinheit.

Beispiel 4.5 B01



#aj|-:\_m =#a\_mm'

=ein $tausendstel $meter

\[10^{-3} \text{m} =1 \text{mm} =\text{ein Tausendstel Meter}\]

Beispiel 4.5 B02



$ein $millionstel $meter'

=#a.#aj|-+\_m =#a\_<m'm'

'=#a $mikrometer'=

oder

'.3n million}el meter'.'

=#a.#aj|-+\_m =#a\_<m'm'

'.=#a mikrometer='.

\[\text{Ein Millionstel Meter} =1 \cdot 10^{-6} \text{m}

=1 \text{\mu m} \; \text{(1 Mikrometer)}\]

Beispiel 4.5 B03



sp34erkapazit`t von 'x terabyte+

aber was, bitte sehr, i} 3n tera-

byte?

#a\_>t$byte =#a.jjj\_>g$byte'

=#a.jjj.jjj\_>m$byte'

=#aj|\*\_k$byte =#aj|,;\_$byte

Speicherkapazität von x Terabyte! Aber was, bitte sehr, ist ein Terabyte?

\[1 \text{TByte} =1\;000 \text{GByte} =1\;000\;000 \text{MByte} =10^{9} \text{kByte} =10^{12} \text{Byte}\]

## 4.6 Währungssymbole

Ausgewählte Währungssymbole

%\_"e  Euro (Eurozone)

%\_>eur  Euro (Eurozone)

%\_ct  Euro-Cent (Eurozone)

%\_$fr.  Franken (Schweiz)

%\_>chf  Franken (Schweiz)

%\_"s  Dollar (vor allem USA)

%\_>usd  Dollar (USA)

%\_"c  Cent (vor allem USA)

%\_"l  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)

%\_i>r  Rupie (Indien)

%\_>inr  Rupie (Indien)

%\_"s>a  Dollar (Australien)

%\_>Aud  Dollar (Australien)

%\_>nz"s  Dollar (Neuseeland)

%\_>nzd  Dollar (Neuseeland)

%\_"y  Yen (Japan)

%\_>jpy  Yen (Japan)

%\_"y  Yuan (China)

%\_>cny  Yuan (China)

Währungssymbolen wird wie anderen Einheitensymbolen das Einheitenkenn­zeichen  ‌%\_  vorangestellt.

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

Beispiel 4.6 B01



#g\_"e

\[7 \euro\]

Beispiel 4.6 B02



#e\_"e #bg\_ct

\[5 \euro \; 27 \text{ct}\]

Beispiel 4.6 B03



\_"e#e.fch,ej

\[\euro 5.638,50\]

Beispiel 4.6 B04



\_>eur#hc$mio.

\[\text{EUR} \; 83 \text{Mio.}\]

Beispiel 4.6 B05

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



\_$fr.#ba.ej

\[\text{Fr.} \; 21.50\]

Beispiel 4.6 B06



$preis =#cj\_"e8m|;

\[\text{Preis} =30 \euro /\text{m}^{2}\]

# 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

%o,  größer als

%9.  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)

%8  Bruchstrich\* (Leerzeichenregeln siehe "9 Brüche")

%6  Fakultät\*

C Relationszeichen

%=  gleich

%\*=  ungleich

%==  identisch gleich, kongruent (Zahlentheorie)

%\*== V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_nicht_identisch.jpg 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

%o,  größer als

%\*o,  nicht größer als

%o=  größer oder gleich

%9.  kleiner als

%\*9.  nicht kleiner als

%9=  kleiner oder gleich

%oo,  groß gegen

%99.  klein gegen

%o,9.  größer oder kleiner als

%9.o,  kleiner oder größer als

%o=9.  größer, gleich oder kleiner

%9=o,  kleiner, gleich oder größer

%0=  entspricht

%0??  entspricht ungefähr

D Teilt (Zahlentheorie)

%"l  teilt

%\*"l V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_teilt_nicht.jpg teilt nicht

E Mengenlehre (siehe "12 Mengenlehre")

%3.  vereinigt mit

%0.  geschnitten mit

%1.  vermindert um, ohne

%|.  symmetrische Differenz

%3:  vel (Verbandstheorie)

%0:  et (Verbandstheorie)

%&e  ist Element von

%\*&e  ist nicht Element von

%&\*  hat zum Element

%2.  ist enthalten in, ist Teilmenge von

%2=  ist enthalten in oder gleich

%`,  enthält, ist Obermenge von

%`=  enthält oder ist gleich

F Logik (siehe "13 Logik")

%0,  und

%3,  oder

%:\*  nicht

G Geometrie (siehe "14.1 Geometrische Symbole")

%?=  kongruent (Geometrie)

%\*?=  inkongruent (Geometrie)

%:0  projektiv zu

%=0  perspektiv zu

%#.  senkrecht auf

%"%  parallel zu (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%"%= V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_parallel_gleich.jpg parallel und gleich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

H Pfeile (siehe "7 Pfeile")

%::o  Pfeil nach rechts

%:,  Pfeil nach rechts

%9::  Pfeil nach links

%!:  Pfeil nach links

%9::o  Doppelpfeil mit einfachem Schaft

%!:,  Doppelpfeil mit einfachem Schaft

%==o  Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft)

%4=,  Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft)

%9==o  Äquivalenzpfeil (Doppelpfeil mit doppeltem Schaft)

%4!=,  Äquivalenzpfeil (Doppelpfeil mit doppeltem Schaft)

%>:,  Zuordnungspfeil

%4!;  Pfeil nach oben

%4;,  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  ‌%6  ‌folgt unmittelbar auf den Term. Ein Leerzeichen nach dem Fakultätzeichen schließt eine Verwechs­lung mit einem der vielen Symbole, die mit dem Schlüssel­zei­chen  ‌%6  ‌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  ‌%"  ‌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  ‌%\*  ‌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  ‌%/  ‌wurde aus dem Zeichenbestand gestrichen.

Beispiel 5 B01



#h +#g =#g +#h

\[8 +7 =7 +8\]

Beispiel 5 B02



x -#e =#b

\[x -5 =2\]

Beispiel 5 B03



#fc.#e =#cae

oder

#fc .#e =#cae

\[63 \cdot 5 =315\]

Beispiel 5 B04



a.b =b.a

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

Beispiel 5 B05



#cd (#e =#agj oder'

#cd !(#e =#agj

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

Beispiel 5 B06



#h.2-#g` =-#ef

oder

#h .2-#g` =-#ef

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

Beispiel 5 B07



#aj :#d =#b,e

\[10 :4 =2,5\]

Beispiel 5 B08



a :b =c

\[a :b =c\]

Beispiel 5 B09



n6 =#a.#b.#c.#d...."

.2n -#a`.n

oder

n6 =#a .#b .#c .#d ....'

.2n -#a` .n

\[n! =1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot ... \cdot

(n -1) \cdot n\]

Beispiel 5 B10



2a +#a`6 =a6.2a +#a`

oder

2a +#a`6 =a6"2a +#a`

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

Beispiel 5 B11



f )g2x`

\[f \circ g(x)\]

# 6 Klammern und senkrechte Striche

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

%2  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)

%#2 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



%"l  senkrechter Strich

%"%  senkrechter Doppelstrich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%'<= brailleschrifttechnische Anmer­kungsklammern (öffnend und schließend)

%<8 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.

In der Schwarzschrift werden äußere Klammern gelegentlich etwas größer gedruckt als die im Inneren. In den meisten Fäl­len muss die Brailleschrift diesen mathematisch unbedeutenden Unter­schied nicht wiedergeben. Jedoch kann es sinnvoll sein, den Unterschied in die Brailleschrift zu übernehmen, etwa aus Grün­den der Klarheit oder weil die Übertragung Rückschlüsse auf die Schreibweise im Original ermöglichen soll. In diesen Fällen kön­nen spezielle Brailleschriftklam­mern verwendet werden (siehe "6.3 Spezielle Brailleschriftklammern").

Beispiel 6.2 B01



f2x` =2x +#b`2x -#b`

\[f(x) =(x +2)(x -2)\]

Beispiel 6.2 B02



!{$apfel', $birne','

$orange!}

\[\{\text{Apfel}, \; \text{Birne}, \; \text{Orange}\}\]

Beispiel 6.2 B03



}-#%'; -#aj=} 3.{#aj:'; #%{

\[\left] -\infty; \frac{-10}{7} \right] \cup

\left[ \frac{10}{3}; \infty \right[\]

Beispiel 6.2 B04



2#a +;#b8t<`|; .{;#a8t<'

-2;t8#b< -#a`|-,}|-;

\[\left(1 +\frac{2}{t}\right)^{2} \cdot \left[\frac{1}{t} -\left(\frac{t}{2}

-1\right)^{-1}\right]^{-2}\]

Beispiel 6.2 B05

(Anm.: Für die Darstellung mit Hervorhebung der größeren Außenklammern siehe Beispiel 6.3 B01.)



6l 22x +#g`|;` =#j

\[\lg \left( (x +7)^{2} \right) =0\]

## 6.3 Spezielle Brailleschriftklammern

%#2 runde spezielle öffnende Brailleschriftklammer

%#` runde spezielle schließende Brailleschriftklammer

%#{ eckige spezielle öffnende Brailleschriftklammer

%#} eckige spezielle schließende Brailleschriftklammer

%#!{ geschweifte spezielle öffnende Brailleschriftklammer

%#!} geschweifte spezielle schließende Brailleschriftklammer

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 sig­nali­­sie­ren, dass an diesen Stellen in der Schwarzschrift keine Klammern existieren.

Beispiel 6.3 B01

(Anm.: In diesem Beispiel sind die äußeren Klammern rot.)



'<=d0 speziellen braille5rift-

klammern %#2...#` }ehen f8r rote

klammern.'<=

6l #22x +#g`|;#` =#j

\[\lg \textcolor{red}{\left(} (x+7)^{2} \textcolor{red}{\right)} =0\]

Siehe auch Beispiel 6.4 B06.

## 6.4 Mehrzeilige Klammerausdrücke

Werden in der Schwarzschrift mehrere Zeilen mit mathema­tischen Ausdrücken durch eine große geschweifte Klammer zusam­mengefasst, wird in der Brailleschrift das Sym­bol  ‌%$!{  ‌vor dem ersten Ausdruck geschrieben. Die Zeilen­wechsel der Schwarzschrift werden mit  ‌%<8  ‌gekennzeichnet, unabhängig davon, ob in der Brailleschrift eine neue Zeile be­gon­nen wird (siehe Beispiele 6.4 B05 und 6.4 B06).

Für Klammerpaare, die sich über mehrere Zeilen erstrecken, gibt es in der Brailleschrift zwei Darstellungsmöglichkeiten.

Üblicherweise wird die öffnende Klammer zu Beginn der ersten Zeile und die schließende Klammer im Anschluss an die letzte Zeile gesetzt. Die Zeilenwechsel der Schwarzschrift werden auch hier mit  ‌%<8  ‌gekennzeichnet. Eine neue physikalische Zeile ist nicht erforderlich. Vor und nach diesem Zeichen kön­nen je nachdem, wie es der Übersichtlichkeit dient, Leer­zeichen gesetzt werden, jedoch darf das erste der beiden Braillezeichen nicht als Zeichen für Bruchende missdeutet werden können.

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  ‌%"  ‌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



2n<8k` 2#e<8#c`

\[\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 B02



2#a #b #c #d <8 #b #c #d #a`

Auch eindeutig und übersichtlich ist die vom Standard abweichende, kürzere Schreibweise:

2#a#b#c#d <8 #b#c#d#a`

\[\left( \begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\

2 & 3 & 4 & 1 \end{array} \right)\]

Beispiel 6.4 B03



2a1,, a1,; ... a1#an <8'

a1;, a1;; ... a1#bn <8'

... <8'

a1n#a a1n#b ... a1nn`

\[\left( \begin{array}{cccc}

a\_{11} & a\_{12} & \dots & a\_{1n}

\\ a\_{21} & a\_{22} & \dots & a\_{2n}

\\ \vdots & & & \vdots

\\ a\_{n1} & a\_{n2} & \dots & a\_{nn}

\end{array} \right)\]

Beispiel 6.4 B04



2#j x"+#a`

2x"-#a #j `

oder

2#j x"+#a <8 x"-#a #j`

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

Beispiel 6.4 B05



f2x` =$!{#a f8r rationale x'

<8 #j f8r irrationale x

oder

f2x` =$!{#a '.f8r rationale'. x'

<8 #j '.f8r irrationale'. x

Eine Möglichkeit in der Kurzschrift:

f2x` =$!{ #a f r!n:e x'

<8 #j f irr!n:e x

\[f(x) =\left\{

1 \; \text{für rationale} \; x \\

0 \; \text{für irrationale} \; x

\right.\]

Beispiel 6.4 B06

(Anm.: Siehe auch "6.3 Spezielle Brailleschriftklammern".)



<d1<e52x`'

=$!{;<e +x 8 <e|;<'

#2-<e 9=x 9=#j#`'

<8 ;<e -x 8 <e|;<'

#2#j 9=x 9=<e#`'

<8 #j #2sonst#`

oder

<d1<e52x`'

=$!{;<e +x 8 <e|;<'

#2-<e 9=x 9=#j#` <8'

;<e -x 8 <e|;<'

#2#j 9=x 9=<e#` <8'

#j #2sonst#`

\[\delta\_{\varepsilon}(x)

=\left\{ \begin{array}{ll}

\frac{\varepsilon +x}{\varepsilon^{2}} & -\varepsilon \leq x \leq 0

\\ \frac{\varepsilon -x}{\varepsilon^{2}} & 0 \leq x \leq \varepsilon

\\ 0 & \text{sonst}

\end{array} \right.\]

## 6.5 Senkrechte Striche

%"l  senkrechter Strich

%"%  senkrechter Doppelstrich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%<8 Beginn einer neuen Zeile

Einzelne senkrechte Striche werden mit dem Symbol  ‌%"l  ‌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



>p2#b"l#e`

\[P(2 | 5)\]

Beispiel 6.5 B02



"l-#c"l =#c

\[|-3| =3\]

Beispiel 6.5 B03



<e ="la -a:"l

\[\varepsilon =|a -\overline{a}|\]

Beispiel 6.5 B04



y ="l"l#cx"l -#c"l

\[y =||3x| -3|\]

Beispiel 6.5 B05



6c<f =;x.y 8 "lx"l."ly"l<

\[\cos \phi =\frac{x \cdot y}{|x| \cdot |y|}\]

Beispiel 6.5 B06

(Anm.: Siehe auch "A1.6 Das Lösen von Gleichungen".)



x =#cx -#d "l-x

\[x =3x -4 \quad | -x\]

Beispiel 6.5 B07



!{k &e$$z "l p 9=k 9=q!}'

=:{p...q}

\[\{k \in \mathbb{Z} | p \leq k \leq q\}

=:[p ... q]\]

Beispiel 6.5 B08



"la1, b1, <8 a1; b1;"l

\[\left| \begin{array}{cc}

a\_{1} & b\_{1} \\ a\_{2} & b\_{2}

\end{array} \right|\]

Beispiel 6.5 B09



"%a.x"% ="la"l."%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



>i1, =>i1; =>i '=$gesamtstrom'=

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

Beispiel 6.6 B02

(Anm.: Die Formelnummerierung, die in der Schwarzschrift meist am rechten Seitenrand steht, wird in Brailleschrift be­vorzugt links platziert. In der zweiten der folgenden Varianten steht sie in Textschrift; es wird erst danach durch Layout­tech­nik in die Mathematikschrift gewechselt. Siehe "1.1.1 Layout".)



'=#a.a'= s =v1).t +#a;at|;

oder

=#a.a'=

s =v1).t +#a;at|;

oder

2#a.a` s =v1).t +#a;at|;

\[s =v\_{0} \cdot t +\frac{1}{2} at^{2} \quad (1.1)\]

Beispiel 6.6 B03



x|; +px +q =#j '=p \*=#j'=

oder

x|; +px +q =#j 2p \*=#j`

\[x^{2} +px +q =0 \quad (p \neq 0)\]

# 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

%4 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 >:,6,t'x

\[x \mapsto \arctan x\]

Beispiel 7.1 B02



f:': x >:,3x

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

Beispiel 7.1 B03



#l1x":,p f2x` =#l1x"4\*,p f2x`'

=#l1x"4?,p f2x`

\[\lim\_{x \rightarrow p} f(x)

=\lim\_{x \nearrow p} f(x)

=\lim\_{x \searrow p} f(x)\]

Beispiel 7.1 B04



f1; )f1,': $!{>d1, :,$$r'

<8 x >:,f1,2x`

\[f\_{2} \circ f\_{1}: \left\{

D\_{1} \to \mathbb{R}

\\ x \mapsto f\_{1}(x)\right.\]

## 7.2 Definierte Pfeile

%::o  Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze

%9::  Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze

%9::o  Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen

%==o  Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)

%9==  Pfeil nach links mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze

%9==o  Pfeil nach links und rechts mit doppeltem Schaft und einfachen Spitzen (Äquivalenzpfeil)

%,,o V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts.jpg Pfeil nach rechts mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze

%9,, V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_links.jpg Pfeil nach links mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze

%9,,o V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts_links.jpg 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



#a -#a8x =#j 9==o #a8x =#a'

9==o x =#a

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

\frac{1}{x} =1 \Leftrightarrow x =1\]

Beispiel 7.2 B02



g #.h ==o a:,1g )a:,1h =#j

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

## 7.3 Beschrif­tung von Pfeilen

In der Braillemathematikschrift 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  ‌%#2...#`  ‌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  ‌%2  ‌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.

Beispiel 7.3 B01



#e ::o"#2+#b#` ... ::o"#2.#c#`'

... ::o"#2-#d#` ...

oder

#e ::o"2+#b` ... ::o"2.#c` ...'

::o"2-#d` ...

\[5 \stackrel{+2}{\longrightarrow} ...

\stackrel{\cdot 3}{\longrightarrow} ...

\stackrel{-4}{\longrightarrow} ...\]

Beispiel 7.3 B02



#c,hf .#d,g ::o"#2'.gerundet'.#`'

#d .#d,e

oder

#c,hf .#d,g ::o'=gerundet='

#d .#d,e

\[3.86 \cdot 4.7 \stackrel{\text{gerundet}}

{\longrightarrow} 4 \cdot 4.5\]

# 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

%5 Abkündigungszeichen für zusam­men­fassende Markierungen

%$5 Abkündigungszeichen für verstärkte zusammenfassende Markierungen

%!5 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

%4  Haken (Versicherungsmathematik)\*

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

%:  waagrechter Strich

%?  Schlangenlinie (Tilde)

%;  Punkt

%)  Kreis, Kuller

%0  Dach\*

%=  Gleichheitszeichen

%2  Bogen

%:,  Pfeil nach rechts

%!:  Pfeil nach links

%4!  Keil mit Spitze rechts\*

%4,  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  ‌%"o  ‌und Spitze links  ‌%"9  ‌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|2#d`

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

Beispiel 8.1 B02



y\*\* =f2x', y', y\*`

\[y'' =f(x,y,y')\]

Beispiel 8.1 B03



>a?x? +b? =#j

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

Beispiel 8.1 B04



f:': x >:,3x

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

Beispiel 8.1 B05



c/1k

\[{\overset{\*}{c}}\_{k}\]

Beispiel 8.1 B06



a\*1n

\[a'\_{n}\]

Beispiel 8.1 B07

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



y1,>\*

\[{y\_{1}}'\]

Beispiel 8.1 B08



y;1n"+#a

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

Beispiel 8.1 B09



man4mal wird mit $$q<+ d0

menge der positiven rationalen

zahlen und mit $$q>+1) d0-

selbe menge mit der zahl #j

bez34net.

oder

man4mal wird mit !,$$q<+'. d0

menge der positiven rationalen

zahlen und mit !,$$q>+1)'. d0-

selbe menge mit der zahl #j

bez34net.

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  ‌%$  ‌bzw. untere  ‌%\_  ‌Mar­kierungen eingeleitet. Falls inner­halb des markier­ten Bereichs weitere zusammenfassende Markierungen oder Projektive vor­kommen, muss das Ankündigungszeichen um das Zeichen  ‌%$  ‌bzw.  ‌%!  ‌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  ‌%"  ‌oder
* eine weitere Markierung bzw. ein anderes Projektiv

Beispiel 8.2 B01



>u =$2>ab +$:>ab

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

Beispiel 8.2 B02



\_:>ab =\_:>cd

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

Beispiel 8.2 B03



$$:>a 3.>b$5 =>a: 0.>b:

oder

$:>a"3.>b =>a: 0.>b:

\[\overline{A \cup B} =\overline{A} \cap \overline{B}\]

Beispiel 8.2 B04



$$:v|;$5 ='.mittlere quadrat.'

ge5windigk3t'.

\[\overline{v^{2}} =\text{mittlere quadrat. Geschwindigkeit}\]

Beispiel 8.2 B05



$$:,>p1)>p$5

\[\vec{P\_{0}P}\]

Beispiel 8.2 B06



$:>a\*>b\* "%$:>ab

\[\overline{A'B'} \parallel \overline{AB}\]

Beispiel 8.2 B07



$$:>t1,; 0.>t1,($5

\[\overline{T\_{12} \cap T\_{18}}\]

Beispiel 8.2 B08



$$:2>a 0.>b` 3.2>a 0.>c`'

3.2>b 0.>c`$5

\[\overline{(A \cap B) \cup (A \cap C)\cup (B \cap C)}\]

# 9 Brüche

%8  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



#a;

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

Beispiel 9.1 B02



#bg:+

\[\frac{27}{36}\]

Beispiel 9.1 B03



#c/ -#a: =#i,; -#d,; =#e,;

\[\frac{3}{4} -\frac{1}{3} =\frac{9}{12} -\frac{4}{12} =\frac{5}{12}\]

Beispiel 9.1 B04



;#aj8-#b< =-#e

\[\frac{10}{-2} =-5\]

Beispiel 9.1 B05



#aj; +#aj8-#b =#j

oder

;#aj8#b< +;#aj8-#b< =#j

\[\frac{10}{2} +\frac{10}{-2} =0\]

Beispiel 9.1 B06



#d#a/

\[4\frac{1}{4}\]

Beispiel 9.1 B07



#a#c/ +#b#a: =#ba,; +#bh,;'

=#di,; =#d#a,;

oder

#a#c/ +#b#a:'

=#ba,; +#bh,;'

=#di,;'

=#d#a,;

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

## 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  ‌%8  ‌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  ‌%"  ‌ersetzt werden. Sie eignet sich nicht für komplexe Ausdrücke, die durch die Unterdrückung von Leerräumen unüber­sicht­lich werden.

Beispiel 9.2 B01



a8b

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

Beispiel 9.2 B02



a8#b

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

Beispiel 9.2 B03



#a8x|:

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

Beispiel 9.2 B04



#ex8#cx"-#b

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

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 Bruchanfangzeichen  ‌%;  ‌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  ‌%8  ‌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  ‌%;  ‌oder der Ziffer 2  ‌%;  ‌in gesenkter Schreib­weise möglich ist, wird zwischen diesen Zeichen der Zusammenhaltepunkte  ‌%"  ‌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 6  ‌%'  ‌ange­kün­digt und zwi­schen dem Bruchende­zeichen und die Ankündi­gung für Groß­buchstaben der Zusammenhaltepunkt  ‌%"  ‌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 B01



;-a8b<

oder

;-a 8 b<

\[\frac{-a}{b}\]

Beispiel 9.3 B02



>a =;hb8#b<\_m|;

\[A =\frac{hb}{2}\text{m}^{2}\]

Beispiel 9.3 B03



;#ex 8 #cx -#b<

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

Beispiel 9.3 B04



;#dx|; +#cx -#a 8 2x +#b`"

2x -#a`|;< =a8x"+#b +b8x"-#a'

+c82x"-#a`|;

oder

;#dx|; +#cx -#a 8 2x +#b`"

2x -#a`|;< =;a 8 x +#b<'

+;b 8 x -#a< +;c 8 2x -#a`|;<

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

Beispiel 9.3 B05



;x 8 x|; +y|;<'

.2;#bx 8 x +y< -;x -y 8 x<`

\[\frac{x}{x^2 +y^2} \cdot \left(\frac{2x}{x +y}

-\frac{x -y}{x}\right)\]

Beispiel 9.3 B06



x";x +#a 8 x|; -#a<

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

Beispiel 9.3 B07



;a|; +b|; 8 #c2a -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



;;a8x< 8 ;b8x|:<<

\[\frac{a /x}{b /x^{3}}\]

oder

\[\frac{\frac{a}{x}} {\frac{b}{x^{3}}}\]

Beispiel 9.4 B02



;#c/ -#a: 8 #a; +#a: -#a/<

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

Beispiel 9.4 B03



;u -;#a8u< 8 u -;u 8 u +;#a8u%<

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

# 10 Projektiv­technik

%3  Wurzel

%| oberer Index (hinten) oder Exponent

%1 unterer Index (hinten)

%|  oder  %#| vorderer oberer Index

%1  oder  %#1 vorderer unterer Index

%$ Ankündigungszeichen für zusam­men­fassende obere Markierungen

%\_ Ankündigungszeichen für zusam­menfassende untere Markierungen

%5 Schlusszeichen für einfache Pro­jektive

%$ Projektivverstärkungszeichen

%! zweites Projektivverstärkungs­zeichen

%$5  bzw.  %!5 Schlusszeichen für verstärkte Pro­jek­tive

%%5 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 ein­dimen­sional 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  ‌%8
* 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  ‌%5  ‌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|; +x|n

\[x^{2} +x^{n}\]

Beispiel 10.1 B02



a|;b|:c|/

\[a^{2}b^{3}c^{4}\]

Beispiel 10.1 B03



a|x5b|y5c|z

\[a^{x}b^{y}c^{z}\]

Beispiel 10.1 B04



a|-#c .a|"+#e =a|-#c"+#e =a|#b

oder

a|-: .a|"+#e =a|-#c"+#e =a|;

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

Beispiel 10.1 B05



;x|n 8 n6<

\[\frac{x^{n}}{n!}\]

Beispiel 10.1 B06



;x|#bn"+#a 8 2#bn +#a`6<

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

## 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  ‌%$5  ‌beendet.

Verstärkte Projektive können auch verschachtelt auftreten. Das äußere Projektiv wird mit  ‌%$  ‌als Verstärkungszeichen, das ers­te innere Projektiv mit dem Alter­nativ­verstärkungs­zei­chen  ‌%!  ‌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  ‌%%5  ‌die Folge von Schlusszeichen ersetzen (das zweite Vollzeichen ist Teil des Zeichens).

Beispiel 10.2 B01



$3x|;$5 =x

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

Beispiel 10.2 B02



n$|;|:$5 =n|(

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

Beispiel 10.2 B03

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



x$|n8#b$5 =$3x|n$5 =3x|n

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

Beispiel 10.2 B04



|/$3b.|:!3b|;.3b%5

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

Beispiel 10.2 B05



$zerfallsgesetz': >n =>n1)'

.2#a;`$|";#a 8 >t1#a;<$5

\[\text{Zerfallsgesetz:} N =N\_{0} \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{T\_{1/2}}}\]

## 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  ‌%|  ‌bzw. un­te­ren  ‌%1  ‌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



;x|n 8 n6<

oder

;x|n8n6<

oder

x|n8n6

\[\frac{x^{n}}{n!}\]

Beispiel 10.3.1 B02



f1n52x`', f1n"+#a52x`

\[f\_{n}(x), f\_{n +1}(x)\]

Beispiel 10.3.1 B03



2>p1#bn"-#a`|r

\[\left(P\_{2n -1}\right)^{r}\]

Beispiel 10.3.1 B04



e|"+2<a't"+<b`

\[e^{+\left( \alpha t +\beta\right)}\]

Beispiel 10.3.1 B05



$zeit1$bob =$zeit1$alice'

=;$entfernung 8'

$geschwindigkeit<

\[\text{Zeit}\_{\text{Bob}}

=\text{Zeit}\_{\text{Alice}}

=\frac{\text{Entfernung}}{\text{Geschwindigkeit}}\]

Beispiel 10.3.1 B06



a1n|k =2a1n`|k

\[a\_{n}^{k} =(a\_{n})^{k}\]

Beispiel 10.3.1 B07



2x1n|i`|r

\[({x\_{n}}^{i})^{r}\]

Beispiel 10.3.1 B08



>f$1n1k$52x`

\[F\_{n\_{k}}(x)\]

Beispiel 10.3.1 B09



2x$1n|i$5`|r

\[(x\_{n^{i}})^{r}\]

Beispiel 10.3.1 B10



&s$1#j"9=i"9=m <8 #j"9.j"9.n$5'

>p2i', j`

oder

&s1#j"9=i"9=m51#j"9.j"9.n'

>p2i', j`

\[\sum\_{\substack{0 \leq i \leq m \\ 0 <j <n}} P(i,j)\]

Beispiel 10.3.1 B11



;e$|";x|;8#b<$5 8 3#b<p<

\[\frac{e^{\frac{x^{2}}{2}}}{\sqrt{2\pi}}\]

Beispiel 10.3.1 B12



<t1i|.j =g1ik5<t|kj

\[\tau\_{i}^{.j} =g\_{ik} \tau^{kj}\]

Beispiel 10.3.1 B13



>k1.i.j|k.l. =g|kr5g|ls5>k1risj

\[K\_{.i.j}^{k.l.} =g^{kr} g^{ls} K\_{risj}\]

Beispiel 10.3.1 B14



2>p$1<r1i$5$|<r1k$5`|n

\[({P\_{\rho\_{i}}}^{\rho\_{k}})^{n}\]

Beispiel 10.3.1 B15



-#a;e$|-r|;$5"l1)|>r'

=#a;2#a -e$|->r|;$5`

\[\left.-\frac{1}{2} e^{-r^{2}} \right|\_{0}^{R} =\frac{1}{2} (1 -e^{-R^2})\]

Beispiel 10.3.1 B16



e$|<k";a +b 8 #b<'

+<m";#b 8 a +b< +c$5

oder

e$|<k";a"+b8#b<'

+<m";#b8a"+b< +c$5

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

Beispiel 10.3.1 B17



#l1t":,#a ;t|<a -t|<b 8'

t$|#a8<b$5 -t$|#a8<a$5<

\[\lim\_{t \to 1} \frac{t^{\alpha} -t^{\beta}} {t^{\frac{1}{\beta}} -t^{\frac{1}{\alpha}}}\]

### 10.3.2 Vordere Indizes

Zur Einleitung von oberen und unteren Indizes links vom Hauptsymbol stehen zwei Formen von Ankündigungszeichen zur Verfügung. Die Kurzformen  ‌%|  ‌und  ‌%1  ‌sind die Stan­dard­­formen. Die Langformen  ‌%#|  ‌und  ‌%#1  ‌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 10.3.2 B01



|:3#h =#b

\[\sqrt[3]{8} =2\]

Beispiel 10.3.2 B02



|,)6l#c

\[^{10}\log 3\]

Beispiel 10.3.2 B03



1i|j5m

\[\_{i}^{j}m\]

Beispiel 10.3.2 B04



x.|n"+#a3y

\[x \cdot \sqrt[n +1]{y}\]

Beispiel 10.3.2 B05



x#|n"+#a3y

\[x \sqrt[n+1]{y}\]

Beispiel 10.3.2 B06



>a$|x#|n"+#a3y$5

\[A^{x \sqrt[n +1]{y}}\]

Beispiel 10.3.2 B07



|a56l'x =|a56l'b .|b56l'x

\[^{a}\log x =^{a}\log b \cdot ^{b}\log x\]

Beispiel 10.3.2 B08



a.$|n8m$5$3y8x$5

\[a \cdot \sqrt[\frac{n}{m}]{\frac{y}{x}}\]

### 10.3.3 Indizes aus ganzen Zahlen

Besteht ein Index lediglich aus einer ganzen Zahl, kann diese ohne Zahl­zeichen angeschlossen in der gesenkten Schreibweise an das Indexzeichen geschrieben werden. Bei negativen Zahlen wird das Minuszeichen ohne Zusammenhaltepunkt  ‌%"  ‌zwi­schen dem Indexzeichen und der Zahl ein­gefügt. Soll die po­si­tive Eigen­schaft der Zahl durch ein Pluszeichen betont wer­den, muss dagegen die Standardschreib­weise zur Anwen­dung kom­men und das Plus­zeichen durch den Zusammen­halte­punkt  ‌%"  ‌vom Indexzeichen getrennt werden.

Nach der Zahl in gesenkter Schreibweise bedarf es keines Pro­jektiv­schluss­zeichens, da das Ende eines einfachen Projektivs mit dem Ende einer Zahl in der gesenkten Schreibweise einher­geht.

Beispiel 10.3.3 B01



a|;b|:c

\[a^{2}b^{3}c\]

Beispiel 10.3.3 B02



a1,,a1;; -a1,;a1;,

\[a\_{11}a\_{22} -a\_{12}a\_{21}\]

Beispiel 10.3.3 B03



f1,2u1,', u1;`

\[f\_{1}(u\_{1}, u\_{2})\]

Beispiel 10.3.3 B04



x|"+#c5x|-: =x|) =#a

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

Beispiel 10.3.3 B05



;x|: 8 #c6<

oder

;x|:8#c6<

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

## 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.

Zahlen, die anzeigen, dass es sich um eine dritte, vierte oder andere Wurzel handelt, werden als vordere obere Indizes am Wurzelzeichen dargestellt.

Beispiel 10.4 B01



3#b; =3#a

\[\sqrt{\frac{2}{2}} =\sqrt{1}\]

Beispiel 10.4 B02



3a"+b

\[\sqrt{a +b}\]

Beispiel 10.4 B03



$3a2x -#c`|;$5

\[\sqrt{a(x -3)^{2}}\]

Beispiel 10.4 B04



$3#b3#b$5 =3#b .|/3#b

\[\sqrt{2 \sqrt{2}} =\sqrt{2} \cdot \sqrt[4]{2}\]

Beispiel 10.4 B05



u =|:$3-q8#b +-!32p8#c`|:'

+2q8#b`|;%5

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

# 11 Analysis

%#%  unendlich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%&s  Summenzeichen

%&p  Produktzeichen

%1 untere Grenze (hinterer unterer Index)

%| obere Grenze (hinterer oberer Index)

%)  verknüpft mit (Kreis, Kuller)

%6l  Logarithmus

%6(l  Logarithmus naturalis

%6/l  Logarithmus dualis

%6,l  Antilogarithmus

%6:l  Ergänzungs- oder Komplemen­tär­logarithmus

%6e  Exponentialfunktion

%6n  Numerus

%6{  Argument

%~  Integral

%~~  Doppelintegral

%~)  Umlaufintegral

%~~)  Hüllenintegral

%~<:  unteres Integral

%~:  oberes Integral

%>~ Integral besonderer Art

%"l  Integralstrich

%\*  Ableitungsstrich

%;  Ableitungspunkt

%"d  rundes d (für partielle Ableitung)

%&d  großes Delta als Differenzzeichen

%#l  Limes

%#l<:  Limes inferior

%#l:  Limes superior

## 11.1 Funktionen

%#%  unendlich (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%&s  Summenzeichen

%&p  Produktzeichen

%1 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



&s a1<n

\[\sum a\_{\nu}\]

Beispiel 11.1 B02



&s1<n"=#a|#% a1<n

\[\sum\_{\nu =1}^{\infty} a\_{\nu}\]

Beispiel 11.1 B03



&s$1k1, =#a$5$|n1,$5

\[\sum\_{k\_{1} =1}^{n\_{1}}\]

## 11.2 Logarithmus- und Exponential­funktionen

%6l  Logarithmus

%6(l  Logarithmus naturalis

%6/l  Logarithmus dualis

%6,l  Antilogarithmus

%6:l  Ergänzungs- oder Komplementär­logarithmus

%6e  Exponentialfunktion

%6n  Numerus

%6{  Argument

Die oben aufgeführten Symbole werden gleichermaßen für alle Varianten der betreffenden Kurzwortsymbole in der Schwarz­schrift verwendet. Die Symbole in der Brailleschrift stehen ebenfalls sowohl für groß- als auch für kleingeschriebene Kurzwortsymbole.

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  ‌%7  ‌und den in der Schwarzschrift üblichen Buch­staben zu bilden. Zum Beispiel kann für  ‌%6l  auch  ‌%7log  ‌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



|,)6l#c

\[^{10}\log 3\]

Beispiel 11.2 B02



6(l 2#c -x`

\[\ln (3 -x)\]

Beispiel 11.2 B03



|a56l'x =|a56l'b .|b56l'x

\[^{a}\log x =^{a}\log b \cdot ^{b}\log x\]

Beispiel 11.2 B04



6e\* 2z` =6e 2z`

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

Beispiel 11.2 B05



6e'z :=&s1k"=#j|#% ;z|k8k6<

\[\exp z :=\sum\_{k =0}^{\infty} \frac{z^{k}}{k!}\]

## 11.3 Integral- und Differentialrechnung

%~  Integral

%~~  Doppelintegral

%~)  Umlaufintegral

%~~)  Hüllenintegral

%~<:  unteres Integral

%~:  oberes Integral

%>~ Integral besonderer Art

%1 untere Grenze (unterer Index)

%| obere Grenze (oberer Index)

%"l  Integralstrich

%\*  Ableitungsstrich

%;  Ableitungspunkt

%"d  rundes d (für partielle Ableitung)

%&d  großes Delta als Differenzzeichen

%#l  Limes

%#l<:  Limes inferior

%#l:  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



~1a|b ...

\[\int\_{a}^{b} ...\]

Beispiel 11.3 B02



~$1x1k"-#a$5$|x1k"+#a$5

\[\int\_{x\_{k -1}}^{x\_{k +1}}\]

Beispiel 11.3 B03



>a =~1)|: x|;dx'

="l#a:x|:"l1)|:

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

Beispiel 11.3 B04



e$|<a +~1)|x ;f1,2u`8f1;2u`<'du$5

\[e^{\alpha +\int\_{0}^{x} \frac{f\_{1}(u)}{f\_{2}(u)} du}\]

Beispiel 11.3 B05



#l1n":,#%', #l1h":,#j

\[\lim\_{n \to \infty}, \; \lim\_{h \to 0}\]

Beispiel 11.3 B06



e$|#l!1x :,x1)!5 f2x`$5

\[e^{\lim\_{x \to x\_{0}} f(x)}\]

# 12 Mengenlehre

%!{  geschweifte öffnende Klammer

%!}  geschweifte schließende Klammer

%$$n  Menge der natürlichen Zahlen

%$$z  Menge der ganzen Zahlen

%$$q  Menge der rationalen Zahlen

%$$r  Menge der reellen Zahlen

%$$c  Menge der komplexen Zahlen

%$$h  Menge der Quaternionen

%$$p  Projektive Gerade

%&o  leere Menge

%&a  Aleph

%&,  für alle

%&?  es gibt

%&e  ist Element von\*

%\*&e  ist nicht Element von\*

%&\*  hat zum Element\*

%2.  ist enthalten in, ist Teilmenge von\*

%2=  ist enthalten in oder gleich\*

%`,  enthält, ist Obermenge von\*

%`=  enthält oder ist gleich\*

%3.  vereinigt mit\*

%0.  geschnitten mit\*

%1.  vermindert um, ohne\*

%|.  symmetrische Differenz\*

%(  cartesisches Produkt (Malkreuz)\*

%"l  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 3.>b

\[A \cup B\]

Beispiel 12 B02



>l 1.2>m 0.>n`'

=2>l 1.>m` 3.2>l 1.>n`

\[L \setminus (M \cap N)

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

Beispiel 12 B03



>a |.>b =>b |.>a

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

Beispiel 12 B04



>a 0.>u =!{#c', #e', #g!}

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

Beispiel 12 B05



!{rot', gr8n!} 3.!{gelb','

blau!} =!{rot', gr8n', gelb','

blau!}

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

Beispiel 12 B06



!{gerade $zahlen!} 0.!{ungerade'

$zahlen!} =&o

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

Beispiel 12 B07



&,x &e>b

\[\forall x \in B\]

Beispiel 12 B08



2>a |.>b`|c =>a|c 3.>b

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

Beispiel 12 B09



$$n 2=$$z 2=$$q

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

# 13 Logik

%0,  und

%3,  oder

%:\*  nicht

%==o  Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)

%9==o  Doppelpfeil mit doppeltem Schaft (Äquivalenzpfeil)

Die Symbole für "und", "oder" und "nicht" werden nach einem Leerzeichen, angeschlossen an das folgende Zeichen ge­schrie­ben (siehe "5 Ope­ra­tions- und Rela­tions­zeichen").

Die Implikations- und Äquivalenzpfeile stehen zwischen Leer­zeichen. Durch­gestri­chene Pfeile werden als modulare Pfeile dargestellt (siehe "7.1 Modulare Pfeile").

Beispiel 13 B01



#c teilt x 0,x 9=#aj

oder in Voll- bzw. Kurzschrift:

#c t3lt x 0,x 9=#aj

bzw.:

#c '.t3lt'. x 0,x 9=#aj

\[3 \; \text{teilt} \; x \land x \leq 10\]

Beispiel 13 B02



>a ::o >b 9==o :\*>a 3,>b

\[A \rightarrow B \Leftrightarrow \lnot A \lor B \]

# 14 Geometrie, Trigonometrie und Vektoren

## 14.1 Geometrische Symbole

%7/  Dreieck

%7)  Kreis

%7=  Quadrat

%7%  Rechteck (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%7?  Rhombus

%7+  Parallelogramm

%7\*  Durchmesser

%79  Winkel

%7(  rechter Winkel

%7:,  im Uhrzeigersinn

%7!:  gegen den Uhrzeigersinn

%$:  zusammenfassende Markierung für Strecke (waagrechter Strich über mehreren Buchstaben)

%$2  zusammenfassende Markierung für Bogen (Bogen über mehreren Symbolen)

%$:,  zusammenfassende Markierung für Vektor (Pfeil über mehreren Symbolen)

%:,  Markierung für Vektor (Pfeil über einem Symbol)

%#.  senkrecht auf

%"%  parallel zu (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

Die mit Schlüsselzeichen  ‌%7  ‌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



7=>abcd

\[\square ABCD\]

Beispiel 14.1 B02



79>pqr =#cj\_")

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

## 14.2 Winkel-, Hyperbelfunktionen und Umkehrungen

%6a  Arkus

%6s  Sinus

%6c  Kosinus

%6t  Tangens

%68  Kotangens

%6-  Sekans

%62  Kosekans

%6,s  Arkussinus

%6,c  Arkuskosinus

%6,t  Arkustangens

%6,8  Arkuskotangens

%6,-  Arkussekans

%6,2  Arkuskosekans

%6(s  Sinus hyperbolicus

%6(c  Kosinus hyperbolicus

%6(t  Tangens hyperbolicus

%6(8  Kotangens hyperbolicus

%6,(s  Areasinus hyperbolicus

%6,(c  Areakosinus hyperbolicus

%6,(t  Areatangens hyperbolicus

%6,(8  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  ‌%7  ‌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  ‌%(  ‌(ein tiefgestelltes h für "hyperbolicus") gebildet. Bei den trigono­me­trischen Funk­tio­nen bedeutet ein einge­schobenes, tiefgestelltes a  ‌%,  "Ar­kus...", bei den Hyperbelfunktionen "Area...".

Beispiel 14.2 B01



6s#cj\_") =#j,e

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

Beispiel 14.2 B02



6t'x =;6s'x 8 6c'x<

oder

6t'x =;6s'x86c'x<

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

Beispiel 14.2 B03



6s ;<p8#b< =6s#ij\_") =#a

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

Beispiel 14.2 B04



6s 2x +y` =6s'x.6c'y +6c'x.6s'y

\[\sin (x +y)

=\sin x \cdot \cos y +\cos x \cdot \sin y\]

Beispiel 14.2 B05



6s<a +6s<b =#b6s ;<a +<b 8 #b<'

.6c ;<a -<b 8 #b<

\[\sin \alpha +\sin \beta

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

Beispiel 14.2 B06



6,t#a =<p8#d 2"=#j,ghed`

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

Beispiel 14.2 B07



6c#b<a =#b6c|;<a -#a'

=#a -#b6s|;<a

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

## 14.3 Vektoren

Kennzeichnung von Vektoren

%:,  Pfeil nach rechts (Markierung)

%:  waagrechter Strich (Markierung)

%! 1. besondere typografische Auszeichnung

%\_ 2. besondere typografische Auszeichnung

Wortsymbole

%6g  grad (Gradient)

%6d  div (Divergenz)

%6r  rot, curl (Rotation)

Weitere Symbole

%<8 Beginn einer neuen Zeile

%&n  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:,.b:,

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

Beispiel 14.3 B02



x:, =2xyz`

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

Beispiel 14.3 B03



y:, =2#a<8#b<8#c`

\[\vec{y} =\left( \begin{array}{c}

1 [\\ 2](file:///\\2) \\ 3

\end{array} \right)\]

Beispiel 14.3 B04



>m:,1d

\[\vec{M} \_{d}\]

Beispiel 14.3 B05



$:>ab bzw. $:,>ab

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

Beispiel 14.3 B06



6d >v:, =&n:,.>v:, ="d>v1,8"dx'

+"d>v1;8"dy +"d>v1:8"dz

\[\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



'<=im folgenden werden fett ge-

druckte bu4}aben mit den punkten

#d,e,f %\_ und goti5e mit punkt

#e %! gekennz34net.'<=

\_>k|) =!b.6r!t

In Kurzschrift:

'<=- fgcdc ,wc fett &d$( bu4}abc

t e ptc #d,e,f %\_ u goti5e t

pt #e %! &kcnz34net.'<=

\_>k|) =!b.6r!t

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

# 15 Platzhalter und horizontale Zusammenfassungen

## 15.1 Platzhalter

Platzhalter werden vor allem in Lehrwerken verwendet. Ge­wöhn­lich stehen sie an der Stelle von Ziffern, Zahlen oder anderen Symbolen, die es herauszufinden gilt. Aufgrund ihrer vielfältigen Verwendungs- und Erscheinungsformen lassen sie sich nicht abschließend definieren. Es wird deswegen hier nur beispielhaft aufgezeigt, wie Platzhalter dargestellt werden können.

Da für Platzhalter weder Symbole noch Vorgehensweisen stan­dardisiert sind, müssen Übertragende ihre gewählten Darstel­lun­gen jeweils in brailleschrifttechnischen Anmerkungen erläutern.

Es empfiehlt sich, bei der Wahl der Symbole darauf zu achten, dass sie braille­schrift­technisch wie die Elemente gehandhabt werden können, die sie darstellen. So sollen beispielsweise Platzhalter für Operationssymbole womöglich auch wie Opera­tionssymbole auf ein Leerzeichen folgen und ans nächste Zeichen anschließen.

Beispiel 15.1 B01



#g +... =#ae

oder

'<=das vollz34en }eht f8r d0

3nzusetzende zahl.'<=

#g +% =#ae

\[7 +... =15\]

Beispiel 15.1 B02



'<=legende:

7= w3~es quadrat

\_7= 5warzes quadrat

7/ w3~es dr3eck

\_7/ 5warzes dr3eck'<=

2a 7=b` \_7/2a 7/b` \_7=c =#b'b

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

## 15.2 Horizontale Zusammenfassungen und liegende Klam­mern

%&: Ankündigungszeichen für horizon­tale Zusammen­fassungen

%&'=...'= Abkündigungszeichen für horizon­tale Zusammen­fassungen mit Erläuterung als Text

%&2...` 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 Mathematik­schrift 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 Einschie­ben 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.b =&:a +a +... +a&'='b-mal'=

\[a \cdot b =\underbrace{a +a +... +a}\_{b-\text{mal}}\]

Beispiel 15.2 B02



'<=im folgenden 1sdruck sind

#j,be und 3#c exakte werte,

#j,dcc der n`herungswert.'<='

>a =#j,be.3#c5.s|; ??#j,dccs|;

oder in Kurzschrift:

'<=- fgcdc |d$ sd #j,be u !,3#c'.

xak( w7(, #j,dcc r n`h7us-

w7t.'<='

>a =#j,be.3#c5.s|; ??#j,dccs|;

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

Beispiel 15.2 B03



&s1k"=#a|n &:6c 2<p'k`"

&2=2-#a`|k`k|;'

=&:-#a +#d -#i +...'

+2-#a`|n5n|;"

&'='n summanden'=

oder

&s1k"=#a|n 6c 2<p'k`k|;'

=-#a +#d -#i +...'

+2-#a`|n5n|;'

'<=in der vorlage wird dur4

l0gende klammern folgendes

fe}gehalten:'<='

6c 2<p'k` =2-#a`|k '.und'.

-#a +#d -#i +... +2-#a`|n5n|;'

'.sind'. n $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



~1)|#b<p'

&:&:6(c|;'x -6(s|;'x&2=#a`'

-6c|;'x&2=6s|;'x`dx =<p

oder

~1)|#b<p'

6(c|;'x -6(s|;'x'

-6c|;'xdx =<p '<=wob3:'<=

6(c|;'x -6(s|;'x =#a';'

6(c|;'x -6(s|;'x -6c|;'x'

=6s|;'x

\[\int\_{0}^{2\pi} \underbrace{\overbrace{\cosh^{2}x -\sinh^{2}x}^{=1} -\cos^{2}x}\_{=sin^{2}x} dx =\pi\]

# 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 (Tausender­trenn­zeichen) 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

#ade #ade

+# be +# be

:::: --u-

#agj #agj

#ade #ade

+# be +# be

:::: a

#agj :::::

==== =#agj

Beispiel A1.1 B02

# id,geahi # id,geahi

# h,i +# h,ijjjj

+# a,fce +# a,fcejj

:::::::::::: aab

# aje,bhfhi :::::::::::

#aje,bhfhi

## 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

#de #de

-#bg -#bg

::: a

#ah :::

=== #ah

Beispiel A1.2 B02

#fcdej #fc.dej

-# bbaj -# b.baj

:::::: :::::::

#fabdj #fa.bdj

=======

Beispiel A1.2 B03

#ajj #ajj,j #ajj%j

-# b,e -# b,e -# b%e

::::::: aaa ::::::

#ig,e :::::: #ig,e

===== =# ig,e =====

## 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

#bgc.#ahd #bgc.#ahd

::::::::: :::::::::

# bgc # bgc

# bahd +# bahd

# ajib +# ajib

::::::::: ::::::::

#ejbcb # ejbcb

#bgc .#ahd #bgc .#ahd

:::::::::: ::::::::::

# ajib # ajib

# bahd # bahdj

# bgc # bgcjj

:::::::::: ::::::::::

#ejbcb #ejbcb

====== ======

## A1.4 Division

Bei der schriftlichen Division variieren im deutschen Sprach­raum vor allem die Anzahl der Zwischenschritte, die notiert werden, sowie der Umgang mit dem Restbetrag.

In der Brailleschrift erschwert der Zeilenwechsel nach oben das Notieren der Teil- und Endergebnisse. Oft werden Teilergeb­nis­se zunächst in die Zeilen der Zwischen­schritte geschrieben und erst am Schluss zu einer Zahl (Endergebnis) zusammengefügt. Das Ergebnis wird entweder wie in der Schwarzschrift oben oder aber unten notiert.

Ohne eine gewisse Übung und Grunderfahrung in der prakti­schen Arbeit mit der Brailleschriftmaschine kann es unter Um­ständen schwierig sein, abzuschätzen, ob noch ausreichend Schreibplatz auf der Blattfläche für die vollständige Division mit allen Zwischenschritten zur Verfügung steht.

Beispiel A1.4 B01

#eeb :#bd =#bc #eeb :#bd =#bc

-#dh #b # gb #b

::: # j #c

# gb

# gb #c

::::

# j

Beispiel A1.4 B02

#cea :#ae =#bc >r#f

#cj #b

:::

# ea

# de #c

::::

# f re}

#cea :#ae

#b #cj

---

# ea

#c # de

::::

% # fj

#d # fj

:::::

# j =#bc,d

======

## 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:

#i,gc +#c,df =#

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.)

#i,gc +#c,df =# %

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.)

#i,gc +#c,df =# %i

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.)

#i,gc +#c,df =# %ai

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

#i,gc +#c,df =# %,ai

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

#i,gc +#c,df =#ac,ai

## 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  ‌%"l  ‌(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

#cx -#g =#da "l+#g

#cx =#dh "l:#c

x =#ah

Beispiel A1.6 B02

2x8#b +#d`|; =#ajj "l3

x8#b +#d =+-#aj "l-#d

x8#b =#f oder -#ad "l.#b

x =#ab oder -#bh

# A2 Änderungen in der Mathe­matik­schrift

## 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

%"l  senkrechter Strich (an allen Stel­len)

%"%  senkrechter Doppelstrich (an allen Stellen) (Das zweite Vollzeichen ist Teil des Symbols.)

%4!  Keil mit Spitze rechts als Markie­rung

%4,  Keil mit Spitze links als Markierung

%\_")  Grad (Kringel)

%\_"\*  Minute (Strich)

%\_"\*\*  Sekunde (Doppelstrich)

%\_rad  Radiant (rad)

%\_rad|;  Quadratradiant

%&e  ist Element von (Mengenlehre)

%| oberer Index oder Exponent (früher nur oberer Index)

%"d  rundes d (für partielle Ableitung)

%4!;  Pfeil nach oben

%4;,  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



%7:,  im Uhrzeigersinn

%7!:  gegen den Uhrzeigersinn

%7?  Rhombus

%7+  Parallelogramm

%> kleiner Querstrich eines Zuord­nungspfeils

%::o  Pfeil nach rechts mit einfachem Schaft und einfacher Spitze

%9::  Pfeil nach links mit einfachem Schaft und einfacher Spitze

%9::o  Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen

%==o  Pfeil nach rechts mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze (Implikationspfeil)

%9==  Pfeil nach links mit doppeltem Schaft und einfacher Spitze

%9==o  Doppelpfeil mit doppeltem Schaft (Äquivalenzpfeil)

%,,o V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts.jpg Pfeil nach rechts mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze

%9,, V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_links.jpg Pfeil nach links mit gestricheltem Schaft und einfacher Spitze

%9,,o V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts_links.jpg 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  ‌%%<  ‌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  ‌%<  ‌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 Klammerausdrücke").

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  ‌%"l  ‌dargestellt, die beiden Betragsstriche eines Paares sind also gleich. Doppelstriche (nicht zwei einfache Striche) werden einheitlich mit  ‌%"%  ‌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  ‌%\_  ‌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  ‌%%5  ‌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  ‌%/  ‌nicht wieder aufzunehmen.

Der Malstern wird neu als  ‌%!(  ‌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  ‌%7  ‌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 Punktschrift 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

%a %b %c %d %e %f %g %h %i %j

%k %l %m %n %o %p %q %r %s %t

%u %v %x %y %z %& %% %{ %~ %}

%1 %2 %3 %4 %5 %6 %7 %8 %9 %w

%, %; %: %/ %? %+ %= %( %\* %)

%| %0 %# %` %. %-

%" %> %\_ %! %$ %< %'

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| %a |  | | | 2.1.1 | Ziffer Eins |
|  |  | | | 3.3 | Alpha |
| %b |  | | | 2.1.1 | Ziffer Zwei |
|  |  | | | 3.3 | Beta |
| %c |  | | | 2.1.1 | Ziffer Drei |
|  |  | | | 2.2 | römische Ziffer Hundert |
|  |  | | | 3.3 | Chi |
| %d |  | | | 2.1.1 | Ziffer Vier |
|  |  | | | 2.2 | römische Ziffer Fünf­hundert |
|  |  | | | 3.3 | Delta |
| %e |  | | | 2.1.1 | Ziffer Fünf |
|  |  | | | 3.3 | Epsilon |
| %f |  | | | 2.1.1 | Ziffer Sechs |
|  |  | | | 3.3 | Phi |
| %g |  | | | 2.1.1 | Ziffer Sieben |
|  |  | | | 3.3 | Gamma |
| %h |  | | | 2.1.1 | Ziffer Acht |
|  |  | | | 3.3 | Theta |
| %i |  | | | 2.1.1 | Ziffer Neun |
|  |  | | | 2.2 | römische Ziffer Eins |
|  |  | | | 3.3 | Iota |
| %j |  | | | 2.1.1 | Ziffer Null |
|  |  | | | 3.3 | Eta |
| %k |  | | | 3.3 | Kappa |
| %l |  | | | 2.2 | römische Ziffer Fünfzig |
|  |  | | | 3.3 | Lambda |
| %m |  | | | 2.2 | römische Ziffer Tausend |
|  |  | | | 3.3 | My |
| %n |  | | | 3.3 | Ny |
| %o |  | | | 3.3 | Omikron |
| %oo, |  | | | 5C | groß gegen |
| %o, |  | | | 5A, 5C | größer als |
| %o,9. |  | | | 5C | größer oder kleiner als |
| %o= |  | | | 5C | größer oder gleich |
| %o=9. |  | | | 5C | größer, gleich oder kleiner |
| %p |  | | | 3.3 | Pi |
| %q | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\koppa.jpg | | | 3.3 | Koppa |
| %r |  | | | 3.3 | Rho |
| %s |  | | | 3.3 | Sigma |
| %t |  | | | 3.3 | Tau |
| %u |  | | | 3.3 | Ypsilon |
| %v |  | | | 2.2 | römische Ziffer Fünf |
|  |  | | | 3.3 | Digamma |
| %x |  | | | 2.2 | römische Ziffer Zehn |
|  |  | | | 3.3 | Xi |
| %y |  | | | 3.3 | Psi |
| %z |  | | | 3.3 | Zeta |
| %& |  | | | 3.3 | Chi |
| %&a |  | | | 12 | Aleph |
| %&d |  | | | 3.5, 11, 11.3 | großes Delta als Diffe­renz­zeichen |
| %&e |  | | | 3.5, 5E, 12, A2.1 | ist Element von (Mengen­lehre) |
| %&n |  | | | 14.3 | Nabla |
| %&o |  | | | 12 | leere Menge |
| %&p |  | | | 3.5, 11, 11.1 | Produktzeichen |
| %&s |  | | | 3.5, 11, 11.1 | Summenzeichen |
| %&2...` | | |  | 15.2 | Abkündigungszeichen für horizontale Zusam­men­fas­sungen mit Erläute­rung als mathematischer Ausdruck |
| %&, |  | | | 12 | für alle |
| %&: |  | | | 15.2 | Ankündigungszeichen für horizontale Zusam­men­fas­sungen |
| %&? |  | | | 12 | es gibt |
| %&\* |  | | | 5E, 12 | hat zum Element |
| %&'=...'= | | |  | 15.2 | Abkündigungszeichen für horizontale Zu­sam­­­men­fas­sungen mit Erläute­rung als Text |
| %%5 |  | | | 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 |
| %~ |  | | | 11, 11.3 | Integral |
| %~~ |  | | | 11, 11.3 | Doppelintegral |
| %~~) |  | | | 11, 11.3 | Hüllenintegral |
| %~: |  | | | 11, 11.3 | oberes Integral |
| %~) |  | | | 11, 11.3 | Umlaufintegral |
| %~<: |  | | | 11, 11.3 | unteres Integral |
| %} |  | | | 6 | eckige schließende Klam­mer |
| %1 |  | | | 10 | unterer Index (hinten) |
|  |  | | | 11, 11.1, 11.3 | untere Grenze (hinterer unterer Index) |
|  |  | | | 10 | vorderer unterer Index |
| %1. |  | | | 5E, 12 | vermindert um, ohne |
| %2 |  | | | 6 | runde öffnende Klammer |
|  |  | | | 2.1.4 | Anfang der Periode eines periodischen Dezimal­bru­ches |
|  |  | | | 8 | Bogen |
| %2= |  | | | 5E, 12 | ist enthalten in oder gleich |
| %2. |  | | | 5E, 12 | ist enthalten in, ist Teil­menge von |
| %3 |  | | | 10 | Wurzel |
| %3, |  | | | 5F, 13 | oder |
| %3: |  | | | 5E | vel (Verbandstheorie) |
| %3. |  | | | 5E, 12 | vereinigt mit |
| %4 |  | | | 3.3 | Theta |
|  |  | | | 7.1 | Schlüsselzeichen für Pfeil­darstellungen |
|  |  | | | 8 | Haken (Versicherungs­mathematik) |
| %4, |  | | | 8, A2.1 | Keil mit Spitze links als Markierung |
| %4;, |  | | | 5H, A2.1 | Pfeil nach unten |
| %4=, |  | | | 5H | Implikationspfeil (Pfeil nach rechts mit dop­pel­tem Schaft) |
| %4! |  | | | 8, A2.1 | Keil mit Spitze rechts als Markierung |
| %4!; |  | | | 5H, A2.1 | Pfeil nach oben |
| %4!=, |  | | | 5H | Äquivalenzpfeil (Dop­pel­pfeil mit doppeltem Schaft) |
| %5 |  | | | 3.3 | Eta |
|  |  | | | 8 | Abkündigungszeichen für zusammenfas­sende Mar­kierungen |
|  |  | | | 10 | Schlusszeichen für ein­fache Projektive |
| %6 |  | | | 5B | Fakultät |
| %6a |  | | | 14.2 | Arkus |
| %6c |  | | | 14.2 | Kosinus |
| %6d |  | | | 14.3 | div (Divergenz) |
| %6e |  | | | 11, 11.2 | Exponentialfunktion |
| %6g |  | | | 14.3 | grad (Gradient) |
| %6l |  | | | 11, 11.2 | Logarithmus |
| %6n |  | | | 11, 11.2 | Numerus |
| %6r |  | | | 14.3 | rot, curl (Rotation) |
| %6s |  | | | 14.2 | Sinus |
| %6t |  | | | 14.2 | Tangens |
| %6{ |  | | | 11, 11.2 | Argument |
| %62 |  | | | 14.2 | Kosekans |
| %68 |  | | | 14.2 | Kotangens |
| %6,c |  | | | 14.2 | Arkuskosinus |
| %6,l |  | | | 11, 11.2 | Antilogarithmus |
| %6,s |  | | | 14.2 | Arkus­sinus |
| %6,t |  | | | 14.2 | Arkustangens |
| %6,2 |  | | | 14.2 | Arkuskosekans |
| %6,8 |  | | | 14.2 | Arkuskotangens |
| %6,(c |  | | | 14.2 | Areakosinus hyper­bolicus |
| %6,(s |  | | | 14.2 | Areasinus hyper­bolicus |
| %6,(t |  | | | 14.2 | Areatangens hyper­bolicus |
| %6,(8 |  | | | 14.2 | Areakotangens hyper­bo­li­cus |
| %6,- |  | | | 14.2 | Arkus­sekans |
| %6:l |  | | | 11, 11.2 | Ergänzungs- oder Kom­ple­mentärlogarith­mus |
| %6/l |  | | | 11, 11.2 | Logarithmus dualis |
| %6(c |  | | | 14.2 | Kosinus hyperbolicus |
| %6(l |  | | | 11, 11.2 | Logarithmus naturalis |
| %6(s |  | | | 14.2 | Sinus hyperbolicus |
| %6(t |  | | | 14.2 | Tangens hyperbolicus |
| %6(8 |  | | | 14.2 | Kotangens hyperbolicus |
| %6- |  | | | 14.2 | Sekans |
| %7 |  | | | 3.6 | Schlüsselzeichen für Kurz­wortsymbole |
| %7% |  | | | 14 | Rechteck (Das zweite Voll­zeichen ist Teil des Sym­bols.) |
| %79 |  | | | 14 | Winkel |
| %7:, |  | | | 14, A2.2 | im Uhrzeigersinn |
| %7/ |  | | | 14 | Dreieck |
| %7? |  | | | 14, A2.2 | Rhombus |
| %7+ |  | | | 14, A2.2 | Parallelogramm |
| %7= |  | | | 14 | Quadrat |
| %7( |  | | | 14 | rechter Winkel |
| %7\* |  | | | 14 | Durchmes­ser |
| %7) |  | | | 14 | Kreis |
| %7!: |  | | | 14, A2.2 | gegen den Uhrzeiger­sinn |
| %8 |  | | | 5B, 9 | Bruchstrich |
| %99. |  | | | 5C | klein gegen |
| %9,, | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_links.jpg | | | 7.2, A2.2 | Pfeil nach links mit ge­stri­cheltem Schaft und ein­fa­cher Spitze |
| %9,,o | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts_links.jpg | | | 7.2, A2.2 | Pfeil nach links und rechts mit gestri­chel­tem Schaft und einfachen Spitzen |
| %9:: |  | | | 5H, 7.2, A2.2 | Pfeil nach links mit ein­fa­chem Schaft und einfa­cher Spitze |
| %9::o |  | | | 5H, 7.2, A2.2 | Doppelpfeil mit ein­fa­chem Schaft |
| %9= |  | | | 5C | kleiner oder gleich |
| %9=o, |  | | | 5C | kleiner, gleich oder größer |
| %9== |  | | | 7.2, A2.2 | Pfeil nach links mit dop­pel­tem Schaft und einfa­cher Spitze |
| %9==o |  | | | 5H, 7.2, 13, A2.2 | Doppelpfeil mit dop­pel­tem Schaft (Äquiva­lenzpfeil) |
| %9. |  | | | 5A, 5C | kleiner als |
| %9.o, |  | | | 5C | kleiner oder größer als |
| %w |  | | | 3.3 | Omega |
| %, |  | | | 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 |
| %,,o | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_gestrichelt_rechts.jpg | | | 7.2, A2.2 | Pfeil nach rechts mit ge­stri­cheltem Schaft und ein­fa­cher Spitze |
| %; |  | | | 11, 11.3 | Ableitungspunkt |
|  |  | | | 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) |
|  |  | | | 2.1.2 | Ziffer Drei (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 5A, 5B | geteilt durch, verhält sich zu (Doppelpunkt) |
|  |  | | | 7.1 | einfacher horizontaler Pfeil­schaft |
| %:, |  | | | 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 |
| %::o |  | | | 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 |
| %:0 |  | | | 5G | projektiv zu |
| %/ |  | | | 2.1.2 | Ziffer Vier (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 8 | Stern |
| %? |  | | | 2.1.2 | Ziffer Fünf (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 5C | ähnlich, äquivalent, pro­por­tional |
|  |  | | | 7.1 | einfacher diagonaler Pfeil­schaft (links oben/‌rechts unten) |
|  |  | | | 8 | Schlangenlinie (Tilde) |
| %?? |  | | | 5C | ungefähr gleich |
|  |  | | | 7.1 | gestrichelter einfacher dia­gonaler Pfeil­schaft (links oben/‌rechts unten) |
| %?= |  | | | 5G | kongruent (Geometrie) |
| %+ |  | | | 2.1.2 | Ziffer Sechs (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 5A, 5B, 8 | plus |
| %+- |  | | | 5B | plus/minus |
| %= |  | | | 2.1.2 | Ziffer Sieben (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 5A, 5C, 8 | gleich |
|  |  | | | 7.1 | doppelter horizontaler Pfeil­schaft |
| %=: |  | | | 5C | definitionsgemäß gleich (Gleichheitszeichen Dop­pel­punkt) |
| %== |  | | | 5C | identisch gleich, kon­gru­ent (Zahlen­theorie) |
|  |  | | | 7.1 | gestrichelter doppelter hori­zontaler Pfeil­schaft |
| %==o |  | | | 5H, 7.2, 13, A2.2 | Pfeil nach rechts mit dop­peltem Schaft und einfa­cher Spitze (Implikations­pfeil) |
| %=0 |  | | | 5G | perspektiv zu |
| %( |  | | | 2.1.2 | Ziffer Acht (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 5B, 12 | mal (Kreuz) |
|  |  | | | 8 | Kreuz (schräg) (Mar­kie­rung) |
| %\* |  | | | 2.1.2 | Ziffer Neun (gesenkte Schreibweise) |
|  |  | | | 8, 11, 11.3, 12 | Strich (Mar­kie­rung/Ab­lei­tung) |
|  |  | | | 7.1 | einfacher diagonaler Pfeil­schaft (links unten/‌rechts oben) |
| %\*o, |  | | | 5C | nicht größer als |
| %\*&e |  | | | 5E, 12 | ist nicht Element von |
| %\*9. |  | | | 5C | nicht kleiner als |
| %\*? |  | | | 5C | nicht ähnlich, nicht äqui­va­lent, nicht propor­tional |
| %\*?= |  | | | 5G | inkongruent (Geo­metrie) |
| %\*= |  | | | 5C | ungleich |
| %\*== | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_nicht_identisch.jpg | | | 5C | nicht identisch gleich, in­kongruent (Zahlen­theo­rie) |
| %\*\* |  | | | 7.1 | gestrichelter einfacher dia­gonaler Pfeil­schaft (links unten/‌rechts oben) |
| %\*"l | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_teilt_nicht.jpg | | | 5D | teilt nicht |
| %) |  | | | 2.1.2 | Ziffer Null (gesenkte Schreib­weise) |
|  |  | | | 11, 11.1 | verknüpft mit (Kreis, Kul­ler) |
|  |  | | | 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 |
| %|. |  | | | 5E, 12 | symmetrische Differenz |
| %0 |  | | | 8 | Dach (Markierung) |
| %0, |  | | | 5F, 13 | und |
| %0: |  | | | 5E | et (Verbandstheorie) |
| %0?? |  | | | 5C | entspricht ungefähr |
| %0= |  | | | 5C | entspricht |
| %0. |  | | | 5E, 12 | geschnitten mit |
| %# |  | | | 2.1.1 | Zahlzeichen |
| %#l |  | | | 11, 11.3 | Limes |
| %#l: |  | | | 11, 11.3 | Limes superior |
| %#l<: |  | | | 11, 11.3 | Limes inferior |
| %#% |  | | | 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 |
| %#1 |  | | | 10 | vorderer unterer Index |
| %#2 |  | | | 6, 6.3 | runde spezielle öff­nen­de Brailleschrift­klam­mer |
| %#| |  | | | 10 | vorderer oberer Index |
| %#` |  | | | 6, 6.3 | runde spezielle schlie­ßen­de Brailleschrift­klammer |
| %#. |  | | | 5G, 14 | senkrecht auf |
| %#...2...` | |  | | 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 |
| %`, |  | | | 5E, 12 | enthält, ist Obermenge von |
| %`= |  | | | 5E, 12 | enthält oder ist gleich |
| %. |  | | | 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 |
| %"d |  | | | 3.5, 11, 11.3, A2.1 | rundes d (für partielle Ab­leitung) |
| %"h |  | | | 3.5 | h-quer, reduzierte planck­sche Kon­stante |
| %"l |  | | | 6, 6.5, A2.1 | senkrechter Strich (an allen Stellen) |
|  |  | | | 12 | senkrechter Strich, so dass |
|  |  | | | 5D | teilt |
|  |  | | | 11, 11.3 | Integralstrich |
| %"p |  | | | 3.5 | weierstraßsches p |
| %"% |  | | | 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.) |
| %"%= | V:\bskdl\Mathe\Entwürfe\Symbole\neu_parallel_gleich.jpg | | | 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 Ein­hei­ten­symbole |
| %\_ct |  | | | 4.6 | Euro-Cent (Eurozone) |
| %\_dkr |  | | | 4.6 | Krone (Dänemark) |
| %\_e>v |  | | | 4.4 | Elektronenvolt |
| %\_i>r |  | | | 4.6 | Rupie (Indien) |
| %\_k$hz |  | | | 4.4 | Kilohertz |
| %\_k<>w |  | | | 4.4 | Kiloohm |
| %\_m |  | | | 4.4 | Meter |
| %\_min |  | | | 4.4 | Minute |
| %\_mm |  | | | 4.4 | Millimeter |
| %\_m>a |  | | | 4.4 | Milliampere |
| %\_rad |  | | | 4.3, A2.1 | Radiant (rad) |
| %\_rad|; |  | | | 4.3, A2.1 | Quadratradiant |
| %\_s |  | | | 4.4 | Sekunde |
| %\_sec |  | | | 4.4 | Sekunde |
| %\_#j) |  | | | 4.2 | Prozent |
| %\_#j)) |  | | | 4.2 | Promille |
| %\_"c |  | | | 4.6 | Cent (vor allem USA) |
| %\_"e |  | | | 4.6 | Euro (Eurozone) |
| %\_"l |  | | | 4.6 | Pfund (vor allem Groß­britannien) |
| %\_"s |  | | | 4.6 | Dollar (vor allem USA) |
| %\_"s>a |  | | | 4.6 | Dollar (Australien) |
| %\_"y |  | | | 4.6 | Yen (Japan) |
| %\_"y |  | | | 4.6 | Yuan (China) |
| %\_"\* |  | | | 4.3, A2.1 | Minute (Strich) |
| %\_"\*\* |  | | | 4.3, A2.1 | Sekunde (Doppelstrich) |
| %\_") |  | | | 4.3, A2.1 | Grad (Kringel) |
| %\_>Aud |  | | | 4.6 | Dollar (Australien) |
| %\_>chf |  | | | 4.6 | Franken (Schweiz) |
| %\_>cny |  | | | 4.6 | Yuan (China) |
| %\_>czk |  | | | 4.6 | Krone (Tschechische Re­publik) |
| %\_>dkk |  | | | 4.6 | Krone (Dänemark) |
| %\_>eur |  | | | 4.6 | Euro (Eurozone) |
| %\_>gbp |  | | | 4.6 | Pfund (Großbritannien) |
| %\_>inr |  | | | 4.6 | Rupie (Indien) |
| %\_>jpy |  | | | 4.6 | Yen (Japan) |
| %\_>mv |  | | | 4.4 | Megavolt |
| %\_>m'e>v |  | | | 4.4 | Megaelektronenvolt |
| %\_>nzd |  | | | 4.6 | Dollar (Neuseeland) |
| %\_>nz"s |  | | | 4.6 | Dollar (Neuseeland) |
| %\_>tl |  | | | 4.6 | Pfund/Lira (Türkei) |
| %\_>trl |  | | | 4.6 | Pfund/Lira (Türkei) |
| %\_>usd |  | | | 4.6 | Dollar (USA) |
| %\_>v |  | | | 4.4 | Volt |
| %\_>"a |  | | | 4.4 | Ångström |
| %\_$fr. |  | | | 4.6 | Franken (Schweiz) |
| %\_$hz |  | | | 4.4 | Hertz |
| %\_$kc |  | | | 4.6 | Krone (Tsche­chi­sche Republik) |
| %\_$me>v |  | | | 4.4 | Megaelektronenvolt |
| %\_<m>w |  | | | 4.4 | Mikrowatt |
| %\_<m'm |  | | | 4.4 | Mikrometer |
| %\_<>w |  | | | 4.4 | Ohm |
| %! |  | | | 10 | zweites Projektiv­ver­stär­kungszeichen |
|  |  | | | 3.1, 3.4, 14.3 | 1. besondere typogra­fi­sche Auszeichnung |
|  |  | | | 7.1 | einfache Spitze nach links oder unten |
|  |  | | | 8 | zweites Verstärkungs­zeichen für zusam­men­fas­sende Mar­kierungen bei Ver­schachtelungen |
| %!{ |  | | | 6, 12, A2.1 | geschweifte öffnende Klammer |
| %!} |  | | | 6, 12, A2.1 | geschweifte schließende Klammer |
| %!5 |  | | | 8 | zweites Abkündigungs­zeichen für verstärk­te zusammen­fas­sen­de Mar­kierungen |
|  |  | | | 10 | Schlusszeichen für ver­stärkte Projektive |
| %!, |  | | | 1.1, 1.1.2 | Ankündigungszeichen für eine Pas­sage in Mathe­ma­tikschrift |
| %!: |  | | | 5H, 7.1, 8 | Pfeil nach links mit ein­fa­chem Schaft und einfa­cher Spitze |
| %!:, |  | | | 5H, 7.1 | Pfeil nach links und rechts mit einfachem Schaft und einfachen Spitzen |
| %!( |  | | | 5B, A2.1 | mal (Stern) |
| %!>{ |  | | | 6, A2.2 | gaußsche öffnende Klam­mer (obere Grenze) |
| %!>} |  | | | 6, A2.2 | gaußsche schließende Klam­mer (obere Grenze) |
| %!! |  | | | 7.1 | doppelte Spitze nach links oder unten |
| %!<{ |  | | | 6, A2.2 | gaußsche öffnende Klam­mer (untere Grenze) |
| %!<} |  | | | 6, A2.2 | gaußsche schließende Klammer (untere Grenze) |
| %$ |  | | | 3.1, 3.2 | ein Großbuchstabe, ge­folgt von einem oder meh­reren Klein­buch­staben |
|  |  | | | 8, 10 | Ankündigungszeichen für zusammenfas­sende obere Markierungen |
|  |  | | | 8 | Verstärkungszeichen für zusammenfas­sende Mar­kierungen |
|  |  | | | 10 | Projektivverstärkungs­zeichen |
| %${ |  | | | 6, A2.1 | spitze öffnende Klammer |
| %$} |  | | | 6, A2.1 | spitze schließende Klammer |
| %$2 |  | | | 14 | zusammenfas­sende Mar­kierung für Bogen (Bo­gen über mehre­ren Symbo­len) |
| %$5 |  | | | 8 | Abkündigungszeichen für verstärkte zusam­men­fas­sende Mar­kierungen |
|  |  | | | 10 | Schlusszeichen für ver­stärkte Projektive |
| %$: |  | | | 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 |
| %$$c |  | | | 3.5, 12 | Menge der komplexen Zahlen |
| %$$h |  | | | 3.5, 12 | Menge der Quaternionen |
| %$$n |  | | | 3.5, 12 | Menge der natürlichen Zahlen |
| %$$p |  | | | 3.5, 12 | Projektive Gerade |
| %$$q |  | | | 3.5, 12 | Menge der rationalen Zahlen |
| %$$r |  | | | 3.5, 12 | Menge der reellen Zahlen |
| %$$z |  | | | 3.5, 12 | Menge der ganzen Zahlen |
| %< |  | | | 3.1, 3.3 | griechische Buchstaben |
|  |  | | | 8 | Ankündigungszeichen für einfache untere Mar­kie­rungen |
|  |  | | | 9 | Bruchende |
| %<8 |  | | | 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 |
| %'{ |  | | | 6, A2.1 | stumpfwinklige öffnende Klammer |
| %'} |  | | | 6, A2.1 | stumpfwinklige schlie­ßen­de Klammer |
| %'. |  | | | 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

Ångström: 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 Klammerausdrücke: 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 Klammeraudrücke: 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

Radiant (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\*