UNIVERSITÄT KARLSRUHE
STUDIENZENTRUM FÜR SEHGESCHÄDIGTE

ASCII-Mathematikschrift AMS

Anleitung zur Umsetzung mathematischer Formeln

Siebte Auflage — November 2001

Universität Karlsruhe (TH)
Studienzentrum für Sehgeschädigte
Engesserstr. 4

76128 Karlsruhe

Tel.: (0721) 608-2760
Fax.: (0721) 697377
E-Mail: szsinfo@szs.uni-karlsruhe.de

Kooperation

Universität Karlsruhe (TH)

Studienzentrum für Sehgeschädigte

Engesserstr. 4

76128 Karlsruhe

Tel.: (0721) 608-2760

Fax.: (0721) 697377

E-Mail: szsinfo@szs.uni-karlsruhe.de

Technische Universität Dresden

Arbeitsgruppe Studium für Blinde und Sehbehinderte

01062 Dresden

Tel.: (0351) 4575-467

Fax.: (0351) 4575-335

E-Mail: elvis@irz.inf.tu-dresden.de

Vorwort

Zur Darstellung mathematischer Formeln in wissenschaftlichen Texten wird die nachfolgend beschriebene "ASCII-Mathematikschrift für Blinde" (AMS) verwendet. Diese Notation wurde im Rahmen des BLK-Modellversuchs "Informatik für Blinde - Studium für Sehgeschädigte im Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen (1987-1992)" der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt und vom Studienzentrum für Sehgeschädigte der Universität Karlsruhe (TH) und der Arbeitsgruppe "Studium für Blinde und Sehgeschädigte" der Technischen Universität Dresden überarbeitet. An beiden Universitäten werden Studienmaterialien in sehgeschädigtengerechter Form von studentischen Tutoren erstellt. Sehgeschädigtengerecht bedeutet hierbei das Erstellen von Texten und Grafiken, die für Blinde, Sehbehinderte und Sehende gleichermaßen lesbar sind.

Die Darstellung mathematischer Symbole am Computer erfolgt in der Regel grafisch. Diese Darstellungen sind für Blinde und hochgradig Sehbehinderte bislang nicht lesbar. Um mathematische Symbole zugänglich zu machen, werden sie in eine Zeichendarstellung (AMS) konvertiert. Der Zeichenvorrat ist hierbei auf den auf Computern verfügbaren ASCII-Zeichensatz beschränkt. Damit sind die erstellten Texte systemunabhängig und können mit jedem einfachen Editor gelesen und verändert werden.

Mit der AMS wird das Ziel verfolgt, neben syntaxorientierten Schreibweisen für mathematische Ausdrücke auch solche einzuführen, die die Semantik der Ausdrücke besser hervorheben. Die AMS erlaubt außerdem, für häufig vorkommende Ausdrücke verkürzte Schreibweisen zu verwenden. Beides trägt zur Verbesserung der Lesbarkeit bei.

Die vorliegende Sammlung mathematischer Symbole und Ausdrücke soll nicht nur Einführung von Übertragungsvorschriften sein. Sie ist als Anleitung und Nachschlagewerk bei der praktischen Übertragungsarbeit gedacht. Es wurden deshalb auch Ausdrücke aufgenommen, die eigentlich nicht erklärt werden müßten, weil sie sich unmittelbar aus eingeführten Schreibweisen ergeben.

Mathematische Texte leben durch eigene Symbole der Autoren. Sollen diese Symbole in die AMS überführt werden, so kann deren Definition erforderlich werden. Ergänzungen der AMS sind mit den zuständigen MitarbeiterInnen der beiden Universitäten abzustimmen.

Joachim Klaus - Geschäftsführer des SZS

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlegende Schreibweisen

1.1 Konventionen

In den Definitionen stehen links die AMS-Notationen, durch := getrennt die verbale Erklärung und rechts, durch =: getrennt, die Schwarzschrift-Notation. Notationen gleicher oder ähnlicher Bedeutung werden durch ein Semikolon getrennt.

Beispiel:

AMS-Notation	:= verbale Erklärung	=: Schwarzschrift-Notation
(<=)	:= Untermenge, Teilmenge	=: $\subseteq$

1.2 ASCII-Zeichensatz

Gedruckte Symbole, die aus einer linearen Kette von ASCII-Zeichen bestehen, werden durch diese dargestellt.

Der ASCII-Zeichensatz besteht aus 94 Schriftzeichen.

26 Kleinbuchstaben:
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

26 Großbuchstaben:
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

10 Ziffern:
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

32 Sonderzeichen:
| ( ) [ ] { } < > / \ ˆ ˜ “ ’ ‘ ; : , . _ + - = * # % & $ @ ! ?

Darüberhinaus sind folgende Zeichen erlaubt:
Ä ä Ö ö Ü ü ß

1.2.1 ASCII-Zeichen mit besonderer Bedeutung

Leerzeichen

Leerzeichen sind in der ASCII-Notation an einigen Stellen zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten unbedingt erforderlich. Damit diese Leerzeichen beim Lesen dieser Anleitung nicht übersehen werden, sind sie durch vorangestellte und nachfolgende Anführungsstriche besonders gekennzeichnet. " " steht für ein mit der Leertaste zu erzeugendes Leerzeichen. Die Anführungsstriche selbst sind nicht zu schreiben!

Apostroph

Der Apostroph dient in der AMS als Sonderfunktionsanzeiger. Mit ihm wird die ursprüngliche Bedeutung des nachfolgenden Zeichens oder auch mehrerer nachfolgender Zeichen aufgehoben und durch eine neue Bedeutung ersetzt.

Beispiel:

' %	:= unendlich (ursprüngliche Bedeutung: Prozent)	$=: \infty$

Soll der Apostroph in seinem eigentlichen Sinne verwendet werden, ist dahinter ein Leerzeichen zu setzen.

Prozentzeichen, Ausrufungszeichen

Nach dem Prozentzeichen und dem Ausrufungszeichen muß, wenn sie in ihrer eigentlichen Bedeutung verstanden werden sollen, jeweils ein Leerzeichen gesetzt werden, damit es zu keiner Verwechslung mit den Druckstilisierungen kursiv und fett (Abschnitt 1.5) kommen kann.

Begrenzer

Begrenzer trennen Schlüsselwörter wie Funktions- und Operationsnamen von vorangehenden oder nachfolgenden Zeichen. Als Begrenzer können Leerzeichen, Sonderzeichen oder Ziffern verwendet werden.

Beispiel:

sin" "x; sin(x); sin10grd	:= Sinusfunktion	=: $\sin x$; $\sin(x)$; $\sin 10°$
sign" "b1	:= Signum von b Index 1	=: $\text{sign} b_1$
An" "ver" "Bi	:= Vereinigung von A Index n und B Index i	=: $A_n \cup B_i$

1.3 Allgemeine Umsetzungsrichtlinien

1.3.1 Strukturierung von AMS-Ausdrücken

Zusätzliche Klammern und Leerzeichen

Die Lesbarkeit von komplizierten AMS-Ausdrücken kann in einigen Fällen durch zusätzliche Klammerungen verbessert werden. Andererseits führen zusätzliche Zeichen zu einer Verlängerung der Ausdrücke. Oft erweisen sich Leerzeichen als besseres Hilfsmittel zur Strukturierung. Das Problem kann nur im Einzelfall entschieden werden.

Sind runde oder eckige Klammern in mathematischen Ausdrücken enthalten, so ist zu beachten, daß es nicht zu Verwechslungen mit Markierungen oder Indizes (Abschnitte 1.6 und 1.7) kommen kann. Verwechslungen lassen sich durch ein der öffnenden Klammer vorangestelltes Leerzeichen ausschließen.

Zeilenumbruch in langen mathematischen Ausdrücken

Über mehrere Zeilen reichende mathematische Ausdrücke sind so umzubrechen, daß am Zeilenende ein Operations- oder Relationszeichen steht.

Verkürzte Schreibweisen

Verkürzte Schreibweisen verbessern die Lesbarkeit mathematischer Ausdrücke. Sie dürfen jedoch nur verwendet werden, wenn dadurch keine Mehrdeutigkeiten entstehen. Vor ihrer ersten Verwendung müssen Verkürzungen durch die ausführliche Schreibweise erklärt werden. Zusätzlich sollten die verkürzte Schreibweise und die Nummer der Seite, auf der sie das erste Mal verwendet wird, in einer zum Text gehörigen Info-Datei abgelegt werden.

Beispiel:

im laufenden Text:
x(i;)=xi

in der Info-Datei:
x(i;)=xi := verkürzte Darstellung des unteren Index

1.3.2 Umsetzung von nicht enthaltenen Symbolen

In der Liste mathematischer Symbole im Abschnitt 2 sind für folgende Gruppen von Symbolen ASCII-Darstellungen definiert:

Gruppe 1: indizierte oder mit Akzenten, Ornamenten u.ä. versehene ASCII-Zeichen (z.B. x mit Tilde) und mehrzeilige Ausdrücke aus ASCII-Zeichen (z.B. Matrizen)

Gruppe 2: Grafik-Symbole (z.B. Integralzeichen)

Die Symbole der Gruppe 1 müßten, streng genommen, nicht in die AMS aufgenommen werden, da sich ihre Darstellung aus eingeführten Schreibweisen (Abschnitte 1.4 bis 1.9) ergibt. Diese Symbole sind dennoch in der AMS enthalten, weil sie häufig vorkommen. Die praktische Umsetzungsarbeit soll durch ihre Bereitstellung in ASCII-Notation erleichtert werden.

Soll ein Symbol umgesetzt werden, das in dieser Anleitung nicht enthalten ist, muß zunächst geprüft werden, zu welcher Gruppe das Symbol gehört.

Handelt es sich um ein Symbol aus der Gruppe 1, dann ist es gemäß den Vorschriften in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 umzusetzen.

Das gilt auch dann, wenn in der AMS bereits ein Ausdruck exakt (!) gleicher Bedeutung, aber anderer Schreibweise enthalten ist. Die Umsetzung soll in möglichst enger Anlehnung an die Vorlage erfolgen.

Nur wenn sich zeigt, daß es auf Grund der komplizierten Struktur des Ausdrucks zu einer starken Einschränkung der Lesbarkeit kommt, kann zu der in der AMS bereits vorhandenen, kürzeren, synonymen Schreibweise übergegangen werden. Diese Verkürzung muß, wie alle anderen Verkürzungen auch, durch die ausführliche Schreibweise erklärt werden (Abschnitt 1.3.1). Im anschließenden Text ist dann nur noch die verkürzte Schreibweise zu verwenden.

Im Falle von Symbolen der Gruppe 2 muß die AMS durch Definition einer neuen ASCII-Notation erweitert werden. Dazu sind die zuständigen Mitarbeiter/innen des SZS der Universität Karlsruhe (TH) bzw. der Arbeitsgrupper der TU Dresden zu konsultieren.

1.4 Fremde Alphabete

1.4.1 Griechisches Alphabet

?A ?a	:= Alpha	=: A α
?B ?b	:= Beta	=: B β
?G ?g	:= Gamma	=: Γ γ
?D ?d	:= Delta	=: Δ δ
?E ?e	:= Epsilon	=: E ϵ
?Z ?z	:= Zeta	=: Z ζ
?H ?h	:= Eta	=: H η
?Q ?q	:= Theta	=: Θ θ oder ϑ
?I ?i	:= Iota	=: I ι
?K ?k	:= Kappa	=: K κ
?L ?l	:= Lambda	=: Λ λ
?M ?m	:= My	=: M μ
?N ?n	:= Ny	=: N ν
?X ?x	:= Xi	=: Ξ ξ
?O ?o	:= Omikron	=: O o
?P ?p	:= Pi	=: Π π oder ϖ
?R ?r	:= Rho	=: P ρ
?S ?s	:= Sigma	=: Σ σ oder ς
?T ?t	:= Tau	=: T τ
?Y ?y	:= Ypsilon	=: Y υ
?F ?f	:= Phi	=: Φ ϕ oder φ
?C ?c	:= Chi	=: X χ
?V ?v	:= Psi	=: Ψ ψ
?W ?w	:= Omega	=: Ω ω

1.4.2 Französisches Alphabet

Akzente werden durch zwei Zeichen dargestellt. Das erste Zeichen ist der Sonderfunktionsanzeiger Apostroph.

e''	:= Akzent aigu	=: é
e'\`	:= Akzent grave	=: è
e'^	:= Akzent circonflex	=: ê
e'..	:= e mit zwei Punkten	=: ë

Diese Akzente können auch über anderen Vokalen stehen.

c’>	:= Cedille	=: ç
o’e	:= o mit eng darangesetztem e	=: œ

1.5 Besondere Druckstilisierungen

_a_A_b_B	:= Schriftattribut fett, nur für Buchstaben und Zahlen	=: **aAbA**
%a%A%b%B	:= Schriftattribut kursiv, nur für Buchstaben und Zahlen	=: *aAbB*

Bei der Übertragung fett bzw. kursiv geschriebener Wörter und Abkürzungen genügt die Kennzeichnung vor dem ersten hervorgehobenen Zeichen.

!a!A!b!B	:= gebrochene Schriften (z.B. Gotisch, Fraktur) und außereuropäische Alphabetschriften (z.B. hebräisch)	=: $\mathfrak{a}\mathfrak{A}\mathfrak{b}\mathfrak{B}$

1.6 Markierungen

Markierungen sind direkt über oder unter einem Zeichen befindliche Zeichen.

x[_;˜]	:= mit unterer Markierung _ und oberer Markierung ˜	=: $\underline{\tilde{x}}$

Besitzt ein Zeichen sowohl Markierungen als auch Indizes (Abschnitt 1.7), werden zuerst die Markierungen angegeben.

Ist in einer Markierung ein Semikolon enthalten, ist ihm der Sonderfunktionsanzeiger voranzustellen.

Beispiel:

Sum[k=1;n]	:= Summe von k=1 bis n	=: $\sum\limits_{k=1}^{n}$
Int[a;b]	:= Integral von a bis b	=: $\int\limits_{a}^{b}$
x[;˜]	:= x-Schlange	=: $\tilde{x}$
h[;ˆ]	:= h-Dach	=: $\hat{h}$
M[; ()]	:= M Ringel, das Innere der Menge M	=: $\overset{\circ}{M}$
lim [x->?x;]	:= Limes x gegen griechisch xi	=: $\lim\limits_{x\to\xi}$

Um für häufig vorkommende Markierungen kürzere Schreibweisen einzuführen, gelten folgende Ausnahmeregelungen:

Ausnahmen:

x˜	:= x oben quer	=: $\overline{x}$
x_” ”	:= x unten quer	=: $\underline{x}$
aˆ	:= Vektor a	=: $\vec{a}$
x.; x..	:= zeitliche Ableitungen, x Punkt; x zwei Punkt	=: $\dot{x}$; $\ddot{x}$

Beispiel:

a˜	:= zu a konjugiert komplexe Zahl	=: $\overline{a}$
(PQ)˜	:= Strecke von P nach Q	=: $\overline{PQ}$
(lim)_” ”	:= Limes inferior	=: $\underline{lim}$

1.7 Indizes

Indizes sind vor Zeichen stehende oder auf Zeichen folgende, hoch- oder tiefgestellte Zeichen.

1.7.1 Nachgestellte Indizes

x(i;j)	:= x mit nachgestelltem unteren Index i und nachgestelltem oberen Index j	=: x_i^j

x(i;)	:= x mit nachgestelltem unteren Index i	=: x_i
xi	:= x mit nachgestelltem unteren Index i, verkürzte Schreibweise; nur wenn der Index aus Ziffern oder Buchstaben besteht!	=: x_i

Die verkürzte Schreibweise ist zuvor durch die ausführliche Schreibweise zu erklären.

x(;j)	:= x mit nachgestelltem oberen Index j	=: x^j

Ist in einem nachgestellten Index ein Semikolon enthalten, dann ist ihm der Sonderfunktionsanzeiger voranzustellen.

Beispiel:

[F(x)](a;b)	:= Differenz der Werte der Stammfunktion an den Stellen x=b und x=a	=: $[F(x)]_a^b$
f(n;) ; fn	:= n-te Funktion einer Funktionsfolge	=: f_n
[f(x)](x=g(t);)	:= Schreibweise für Substitution	=: $[f(x)]_{x=g(t)}$
f(x(k;);)	:= f mit unterem Index - x Index k -	=: f_{x_k}
U[;.](?d;) ; U[;.]?d	:= punktierte delta-Umgebung	=: $\dot{U}_\delta$
|R(;+)	:= Menge der positiven reellen Zahlen	=: $\mathbb{R}^+$

Die Indexschreibweise wird nicht verwendet für

- Exponenten
- Operatorsymbole

Exponenten

Die AMS-Notation unterscheidet Exponenten von nachgestellten oberen Indizes.

x**n	:= n-te Potenz von x, x hoch n	=: x^n

x**(-1)	:= x invers	=: x^{-1}
x**-1	:= x invers, verkürzt	=: x^{-1}

Beispiel:

x**2	:= 2. Potenz von x, x Quadrat	=: x^2

Operatorsymbole

Die AMS-Notation unterscheidet Operatorsymbole (genauer: hochgestellte Elemente dieser Symbole) sowohl von nachgestellten oberen Indizes als auch von Exponenten.

O\`n	:= O...O Operatorkette aus n Operatoren	=: O^n

Beispiel:

f\`(n) ; (d\`n)f/dx**n	:= n-te Ableitung von f nach x	=: $f^{(n)}$; $\frac{d^n f}{dx^n}$
(?d\`2)f/?dx**2	:= 2. partielle Ableitung von f nach x	=: $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$

1.7.2 Vorangestellte Indizes

" "(i;j)x	:= x mit vorangestelltem unterem Index i und vorangestelltem oberem Index j	=: ${}_i^j x$

Ist in einem vorangestellten Index ein Semikolon enthalten, dann ist ihm der Sonderfunktionsanzeiger voranzustellen.

1.8 Aufeinander liegende Zeichen

X\\y	:= über dem Zeichen X liegendes Zeichen y	=: $\mathrm{X}\!\!\!\!\mathrm{y}$

Beispiel:

h\\-	:= h-quer, Plancksche Konstante	=: $\hbar$

1.9 Mehrzeilige Symbole

1.9.1 Brüche und Binomialkoeffizienten

Brüche und Binomialkoeffizienten werden linearisiert.

Beispiel:

(a+b)/(a-b)	:= Bruch, a+b durch a-b	=: $\frac{a+b}{a-b}$
$(k\backslash n)$	:= Binomialkoeffizient, k über n	=: $\binom{k}{n}$

1.9.2 Eine große senkrechte geschweifte Klammer

Die Klammer wird nur in der ersten Zeile geschrieben, der gesamte Ausdruck kann auch linearisiert werden.

Beispiel:

f(x) = { -1 für $x < 0$,
0 für $x = 0$,
+1 für $x > 0$; f(x) = { -1 für $x < 0$, 0 für $x = 0$, +1 für $x > 0$

:= Funktionsbeschreibung

$$=: f(x) = \begin{cases} -1 & \text{für } x < 0 \\ 0 & \text{für } x = 0 \\ +1 & \text{für } x > 0 \end{cases}$$

f: {A-->B
a|->f(a) ; f: {A-->B, a|->f(a)

:= Schreibweise für Funktionen $=: f : \begin{cases} A & \rightarrow B \\ a & \mapsto f(a) \end{cases}$

1.9.3 Paar großer senkrechter Klammern oder Striche

Bei Vektoren, Matrizen und Determinanten wird die linke Klammer bzw. der linke Strich vor die erste Elementenzeile, die rechte Klammer bzw. der rechte Strich nach der letzten Elementenzeile geschrieben.
Operations- und Relationszeichen müssen immer in der ersten Zeile stehen. Vektoren, Matrizen und Determinanten können auch linearisiert werden.

Beispiel:

$\_x =$ $(x1$
$x2$
:
$xn)$

:= Vektor x $\quad =: \mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$

xˆ=(x1, x2, ..., xn) := Vektor x $\quad =: x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$

$\_A =$ $(a11\ a12$ ... $a1q$
$a12\ a22$ ... $a2q$
:
$ap1\ ap2$ ... $apq)$

:= (p,q)-Matrix A

$$=: \mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1q} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2q} \\ \vdots & & & \\ a_{p1} & a_{p2} & \cdots & a_{pq} \end{pmatrix}$$

$\_A$= (a11 a12 ... a1q, a21 a22 ... a2q, ..., ap1 ap2 ... apq) := (p,q)-Matrix A

$$=: \mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1q} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2q} \\ \vdots & & & \\ a_{p1} & a_{p2} & \cdots & a_{pq} \end{pmatrix}$$

Hinweis: Das Auslassungszeichen für Zeilen ist der Doppelpunkt!

2 Mathematische Symbole

2.1 Symbole, Zahlen, Operations- und Relationszeichen

2.1.1 Mathematische Symbole

<table>
<tr><td>||</td><td>:=</td><td>parallel</td><td>=: $\parallel$</td></tr>
<tr><td>-||</td><td>:=</td><td>nicht parallel</td><td>=: $\nparallel$</td></tr>
<tr><td>||=</td><td>:=</td><td>parallel und gleich</td><td>=: $\#$</td></tr>
<tr><td>_|_</td><td>:=</td><td>orthogonal</td><td>=: $\perp$; $\underline{\perp}$</td></tr>
<tr><td>|_</td><td>:=</td><td>rechter Winkel</td><td>=: $\llcorner$</td></tr>
<tr><td><)</td><td>:=</td><td>Winkel</td><td>=: $\sphericalangle$</td></tr>
<tr><td>’ ” ”</td><td>:=</td><td>Minute</td><td>=: $'$</td></tr>
<tr><td>” ” ”</td><td>:=</td><td>Sekunde; Hinweis: Das Winkelmaß Sekunde wird durch das Anführungszeichen, nicht durch 2 Apostrophs dargestellt!</td><td>=: $''$</td></tr>
<tr><td>-:</td><td>:=</td><td>Strich-Doppelpunkt</td><td>=: $\div$</td></tr>
<tr><td>()</td><td>:=</td><td>kleiner Kreis, Ringel</td><td>=: $\circ$</td></tr>
<tr><td>grd</td><td>:=</td><td>Grad</td><td>=: $^\circ$</td></tr>
<tr><td>’~</td><td>:=</td><td>Bogen</td><td>=: $\frown$</td></tr>
<tr><td>|></td><td>:=</td><td>gleichseitiges Dreieck, Spitze nach rechts</td><td>=: $\triangleright$</td></tr>
<tr><td><|</td><td>:=</td><td>gleichseitiges Dreieck, Spitze nach links</td><td>=: $\triangleleft$</td></tr>
<tr><td>-></td><td>:=</td><td>Limespfeil</td><td>=: $\to$</td></tr>
<tr><td>-\</td><td>:=</td><td>schwach konvergent</td><td>=: $\rightharpoonup$</td></tr>
<tr><td>-/-></td><td>:=</td><td>konvergiert nicht</td><td>=: $\not\to$</td></tr>
<tr><td>=></td><td>:=</td><td>Implikation, Schluß: aus folgt</td><td>=: $\Rightarrow$</td></tr>
<tr><td><=></td><td>:=</td><td>Doppelschluß, Äquivalenz</td><td>=: $\Leftrightarrow$</td></tr>
<tr><td>-->; |->; -|>; ==></td><td>:=</td><td>waagrechte Pfeile nach rechts</td><td>=: $\longrightarrow$; $\mapsto$; $\not\mapsto$; $\Longrightarrow$</td></tr>
<tr><td><--; <-|; <|-; <==</td><td>:=</td><td>waagrechte Pfeile nach links</td><td>=: $\longleftarrow$;$\mapsfrom$; $\not\leftarrow$; $\Longleftarrow$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td><-></td><td>:= waagrechter Doppelpfeil</td><td>=: $\leftrightarrow$</td></tr>
<tr><td><==></td><td>:= waagrechter Doppelstrich-Doppelpfeil</td><td>=: $\Longleftrightarrow$</td></tr>
<tr><td>|^</td><td>:= senkrechter Pfeil nach oben</td><td>=: $\uparrow$</td></tr>
<tr><td>||^</td><td>:= senkrechter Doppelstrich-Pfeil nach oben</td><td>=: $\Uparrow$</td></tr>
<tr><td>'|v</td><td>:= senkrechter Pfeil nach unten</td><td>=: $\downarrow$</td></tr>
<tr><td>'||v</td><td>:= senkrechter Doppelstrich-Pfeil nach unten</td><td>=: $\Downarrow$</td></tr>
<tr><td>'|^v</td><td>:= senkrechter Doppelpfeil</td><td>=: $\updownarrow$</td></tr>
<tr><td>'||^v</td><td>:= senkrechter Doppelstrich-Doppelpfeil</td><td>=: $\Updownarrow$</td></tr>
<tr><td>/></td><td>:= schräger Pfeil nach rechts oben</td><td>=: $\nearrow$</td></tr>
<tr><td><\</td><td>:= schräger Pfeil nach links oben</td><td>=: $\nwarrow$</td></tr>
<tr><td>\></td><td>:= schräger Pfeil nach rechts unten</td><td>=: $\searrow$</td></tr>
<tr><td></</td><td>:= schräger Pfeil nach links unten</td><td>=: $\swarrow$</td></tr>
<tr><td><_|</td><td>:= Winkelpfeil</td><td>=: $<^{\lrcorner}$</td></tr>
<tr><td>*- - - - -*</td><td>:= waagrechte geschweifte Klammer</td><td>=: $\underbrace{\qquad}$</td></tr>
</table>

2.1.2 Zahlen

Die Ziffern sind im ASCII-Zeichensatz enthalten. Zur Abtrennung von Dezimalstellen kann sowohl der Punkt als auch das Komma verwendet werden. Die Periodizität von Dezimalstellen wird durch obere Markierung mit dem Zeichen _ dargestellt. Bilden mehr als eine Ziffer die Periode, so sind diese in runde Klammern einzuschließen.

Beispiel:

1,3[;_]	:= 1, Periode 3	=: $1,\overline{3}$
2,3(456)[;_]	:= 2,3 Periode 456	=: $2,3\overline{456}$

Werden in Geldbeträgen führende Nullen durch Minuszeichen ersetzt, so ist diese Schreibweise zu übernehmen. Ggf. vorhandene negative Vorzeichen sind durch Leerzeichen vom Ersetzungszeichen zu trennen.

Beispiel:

-" "-,50 DM	:= minus 50 Pfennig	=: $--,50$DM

'%	:= unendlich	=: ∞

2.1.3 Operationszeichen

+	:= Addition, plus	=: $+$
-	:= Subtraktion, minus	=: $-$
*	:= Multiplikation, mal	=: $\cdot$; $*$

Das Malzeichen kann in Produkten weggelassen werden. Die Verkürzung muß zuvor durch die ausführliche Schreibweise erklärt werden!

/	:= Division, durch	=: :; —
**	:= Potenz, hoch	=: z.B. x^n
" "//x	:= Quadratwurzel aus x	=: $\sqrt{x}$
n//x	:= n-te Wurzel aus x	=: $\sqrt[n]{x}$
Sum[k=1;n]ak	:= Summe der ak von k=1 bis n	=: $\sum\limits_{k=1}^{n} a_k$
Sum[j=1;m]Sum[k=1;n]ajk	:= Doppelsumme der ajk	=: $\sum\limits_{j=1}^{m}\sum\limits_{k=1}^{n} a_{jk}$
Prod[k=1;n]ak	:= Produkt der ak von k=1 bis n	=: $\prod\limits_{k=1}^{n} a_k$
+\\-	:= plus-minus	=: $\pm$
-\\+	:= minus-plus	=: $\mp$
|	:= teilt	=: $\mid$
-|	:= teilt nicht	=: $\nmid$
(+)	:= eingekreistes plus	=: $\oplus$
(*)	:= eingekreistes mal	=: $\otimes$
(n\\k)	:= Binomialkoeffizient, n über k	=: $\binom{n}{k}$

2.1.4 Relationszeichen

=	:= gleich	=: $=$
-=	:= ist nicht gleich, ungleich	=: $\neq$; $\neg =$
==	:= identisch	=: $\equiv$
-==	:= nicht identisch	=: $\not\equiv$
=˜; ’˜˜	:= ungefähr gleich, rund	=: $\cong$; $\approx$
=ˆ	:= entspricht	=: $\hat{=}$
” ” ˜	:= proportional oder ähnlich oder gleichmächtig oder äquivalent	=: $\sim$
-˜	:= nicht äquivalent	=: $\not\sim$
˜[;!P]	:= Äquivalenzrelation erzeugt durch Partition	=: $\overset{\mathfrak{p}}{\sim}$
<	:= kleiner	=: $<$
’<	:= strikte Präferenzordnung, vor	=: $\prec$
<<	:= viel kleiner	=: $\ll$
’<<	:= strikte Präferenzordnung, stärker als vor	=: $\prec\!\!\prec$
<=	:= kleiner gleich	=: $\leq$
<˜	:= kleiner ungefähr	=: $\lesssim$
’<˜	:= Präferenzordnung, höchstens so wie	=: $\precsim$
>	:= größer	=: $>$
’>	:= strikte Präferenzordnung, hinter	=: $\succ$
>>	:= viel größer	=: $\gg$
>=	:= größer gleich	=: $\geq$
>˜	:= größer ungefähr	=: $\gtrsim$
’>˜	:= Präferenzordnung, mindestens so wie	=: $\succsim$
” ”˜=	:= asymptotisch	=: $\cong$

2.2 Aussagen

Al” ”x	:= Allquantor, für alle x	=: $\forall x$
Ex” ”x	:= Existenzquantor, es gibt ein x	=: $\exists x$
’-	:= Negation, nicht	=: $\neg$; $\tilde{}$
’&	:= Konjunktion, und	=: $\wedge$
’v	:= Disjunktion, oder	=: $\vee$
>-<	:= Antivalenz, entweder oder	=: $\succ\!\!-\!\!\prec$
’-&” ”	:= NAND	=: $\neg\wedge$; $\tilde{}\wedge$
’-v” ”	:= NOR	=: $\neg\vee$; $\tilde{}\vee$
’&[k=1;n]Ak	:= A1 und A2 und ... und A(n)	=: $\bigwedge_{k=1}^{n} A_k$
’v[k=1;n]Ak	:= A1 oder A2 oder ... oder A(n)	=: $\bigvee_{k=1}^{n} A_k$
ggT	:= größter gemeinsamer Teiler	=: $\sqcap$
kgV	:= kleinstes gemeinsames Vielfaches	=: $\sqcup$

2.3 Mengen

Zahlenmengen werden entsprechend der Vorlage dargestellt.

Beispiel:

|N	:= Menge der natürlichen Zahlen	=: $\mathbb{N}$
_Q	:= Menge der rationalen Zahlen	=: $\mathbf{Q}$

{ }	:= leere Menge	=: $\emptyset$; $\{\}$
@	:= ist Element	=: $\in$
-@	:= ist kein Element	=: $\notin$
(<=)	:= Untermenge, Teilmenge	=: $\subseteq$
(<)	:= echte Untermenge, echte Teilmenge	=: $\subset$
-(<)	:= ist nicht echte Untermenge	=: $\not\subset$; $\neg\subset$
(>=)	:= Obermenge	=: $\supseteq$
(>)	:= echte Obermenge	=: $\supset$
-(>)	:= ist nicht echte Obermenge	=: $\not\supset$; $\neg\supset$
dif	:= Differenz, ohne	=: $\setminus$; $-$
sd	:= symmetrische Differenz	=: Δ
ver	:= Vereinigung	=: $\cup$
Ver" "M	:= Vereinigung von Mengen M	=: $\bigcup M$
Ver[k=1;n]Mk	:= M1 ver M2 ver ... ver Mn	=: $\bigcup_{k=1}^{n} M_k$
Ver[M@!S;]M	:= Vereinigung von Mengen M aus einem Mengensystem !S	=: $\bigcup_{M\in\mathfrak{S}} M$
dur	:= Durchschnitt	=: $\cap$
Dur" "M	:= Durchschnitt von Mengen M	=: $\bigcap M$
car	:= cartesisches Produkt	=: $\times$
Car[i=1;n]Ai	:= cartesisches Produkt von n Mengen Ai	=: $\times_{i=1}^{n} A_i$
|\; |	:= Einschränkung	=: $\restriction$; $\|$
(A|B)	:= Dedekindscher Schnitt; A geschnitten B	=: $(A\|B)$

2.4 Vektoren, Matrizen und Determinanten

Vektoren werden entsprechend der Vorlage erstellt.

Beispiel:

aˆ	:= Vektor a	=: $\vec{a}$
_b	:= Vektor b	=: $\mathbf{b}$
c_" "	:= Vektor c	=: $\underline{c}$

x^(;T)	:= transponierter Vektor x	=: $\vec{e}^{\,T}$
x^ ∗ y^	:= Skalarprodukt	=: $\vec{x} \cdot \vec{y}$
(x^|y^); [x^|y^]	:= Innenprodukt zweier Vektoren	=: $(\vec{x}\|\vec{y})$; $[\vec{x}\|\vec{y}]$
x^'x y^	:= Vektorprodukt, Kreuzprodukt	=: $\vec{x} \times \vec{y}$
|x^|	:= Betrag des Vektors x	=: $\|\vec{x}\|$
||x^||	:= Norm des Vektors x	=: $\|\|\vec{x}\|\|$

_$A =$ ($a11$ $a12$ ... $a1q$
$a21$ $a22$ ... $a2q$
:
$ap1$ $ap2$ ... apq) := (p,q)-Matrix

$$=: \mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1q} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pq} \end{pmatrix}$$

_I; _E := Einheitsmatrix $=: \mathbf{I} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \mathbf{E} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

_0 := Nullmatrix $=: \mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$

det"" $A =$ |$a11$ $a12$ ... $a1p$
$a21$ $a22$ ... $a2p$
:
$ap1$ $ap2$ ... app | := Determinante der quadratischen Matrix A

$$=: \text{det A}= \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pp} \end{vmatrix}$$

Hinweis: Das Auslassungszeichen für Zeilen ist der Doppelpunkt!

2.5 Folgen und Funktionen

<table>
<tr><td>min[k=1;n]ak</td><td>:= Minimum von a1, a2, ..., an</td><td>=: $\min\limits_{k=1}^{n} a_k$</td></tr>
<tr><td>max[k=1;n]ak</td><td>:= Maximum von a1, a2, ..., an</td><td>=: $\max\limits_{k=1}^{n} a_k$</td></tr>
<tr><td>sup[n=1;’%]an</td><td>:= Supremum der Folge an</td><td>=: $\sup\limits_{n=1}^{\infty} a_n$</td></tr>
<tr><td>inf[n=1;’%]an</td><td>:= Infimum der Folge an</td><td>=: $\inf\limits_{n=1}^{\infty} a_n$</td></tr>
<tr><td>lim[n->’%;]an</td><td>:= Limes der Folge an</td><td>=: $\lim\limits_{n\to\infty} a_n$</td></tr>
<tr><td>liminf ; (lim)_” ”</td><td>:= Limes inferior</td><td>=: $\liminf$; $\underline{\lim}$</td></tr>
<tr><td>limsup ; (lim)˜</td><td>:= Limes superior</td><td>=: $\limsup$; $\overline{\lim}$</td></tr>
<tr><td>” ” <an|bn>” ”</td><td>:= Intervallschachtelung</td><td>=: $< a_n|b_n >$</td></tr>
<tr><td>” ” <x0,x>” ”</td><td>:= kompaktes Intervall</td><td>=: $< x_0, x >$</td></tr>
<tr><td>f(x)</td><td>:= Funktion f von x</td><td>=: $f(x)$</td></tr>
<tr><td>f(;-1)</td><td>:= Umkehrabbildung; zu f inverse Funktion</td><td>=: f^{-1}</td></tr>
<tr><td>|f|</td><td>:= Betrag von f</td><td>=: $|f|$</td></tr>
<tr><td>f+” ”; f+(x)</td><td>:= positiver Teil der Funktion f</td><td>=: f^+; $f^+(x)$</td></tr>
<tr><td>f-” ”; f-(x)</td><td>:= negativer Teil der Funktion f</td><td>=: f^-; $f^-(x)$</td></tr>
<tr><td>||f||</td><td>:= Norm von f</td><td>=: $||f||$</td></tr>
<tr><td>||f||’%</td><td>:= Supremumsnorm von f</td><td>:= $||f||_\infty$</td></tr>
<tr><td>f()g</td><td>:= Komposition, Kompositum, f nach g</td><td>=: $f \circ g$</td></tr>
<tr><td>f’*g</td><td>:= Faltung</td><td>=: $f * g$</td></tr>
<tr><td>” ”(;g)log” ”a</td><td>:= Logarithmus von a zur Basis g</td><td>=: ${}^{g}\log\ a$</td></tr>
<tr><td>log(g;)a</td><td>:= Logarithmus von a zur Basis g</td><td>=: $\log_g\ a$</td></tr>
<tr><td>V(a;b)(g)</td><td>:= totale Variation von g auf [a;b]</td><td>=: $V_a^b(g)$</td></tr>
<tr><td>f|A</td><td>:= Einschränkung, Restriktion von f auf A</td><td>=: $f|A$</td></tr>
<tr><td>(g|f)</td><td>:= Innenprodukt zweier Funktionen</td><td>=: $(g|f)$</td></tr>
<tr><td>(A‘ n)f</td><td>:= Operator lineare Abbildung A, n-mal angewendet auf f</td><td>=: $A^n f$</td></tr>
</table>

Beispiel:

<table>
<tr><td>(%D‘ k)_y</td><td>:= k-te Differenzenfolge der Folge y</td><td>=: $D^k y$</td></tr>
<tr><td>(?D‘ k)yj</td><td>:= j-te Komponente der k-ten Differenzenfolge der Folge y</td><td>=: $\Delta^k y_j$</td></tr>
</table>

2.6 Differentiale

2.6.1 Totale Ableitung

f\`	:= f ′, f Strich	=: f'
f\`\`	:= f ″, f zwei Strich	=: f''
f\`\`\`	:= f ‴, f drei Strich	=: f'''
f\`(n)	:= n-te Ableitung von f	=: $f^{(n)}$
(d\` n)/dx**n	:= n-te Ableitung nach x	=: $\frac{d^n}{d\,x^n}$
(D\` n)	:= Differentiationsoperator D, n-mal angewendet	=: D^n

Beispiel:

df/dx; df(x)/dx; d/dxf(x)	:= 1. Ableitung der Funktion f(x) nach x =: $\frac{df}{dx}$; $\frac{df(x)}{dx}$; $\frac{d}{dx}f(x)$
f\`(x0); Df(x0)	:= 1. Ableitung von f an der Stelle x0 =: $f'(x_0)$; $Df(x_0)$
(f\`(k+1)); (D\`k+1)f	:= (k+1)-te Ableitung von f =: $f^{(k+1)}$; $D^{k+1}f$

df/dx|((x=?x);); df/dx|x=?x	:= 1. Ableitung von f nach x an der Stelle x=xi; ausführliche und verkürzte Schreibweise. Nach einmaliger Erklärung durch die ausführliche Schreibweise sollte die verkürzte Schreibweise verwendet werden!	=: $\frac{df}{dx}\|_{x=\xi}$
f.	:= 1. Ableitung von f nach der Zeit t	=: $\dot{f}$
f..	:= 2. Ableitung von f nach der Zeit t	=: $\ddot{f}$

2.6.2 Partielle Ableitung

?d/?dxk; Dk	:= 1. partielle Ableitung nach der k-ten Variablen xk	=: $\frac{\partial}{\partial x_k}$; D_k

Beispiel:

D1f	:= 1. partielle Ableitung von f nach der ersten Variablen	=: $D_1 f$
?df/?dx	:= 1. partielle Ableitung von f nach x	=: $\frac{\partial f}{\partial x}$
?df(x0,y0)/?dy; ?df/?dy(x0,y0)	:= 1. partielle Ableitung von f nach y an der Stelle (x0, y0)	=: $\frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial y}$; $\frac{\partial f}{\partial y}(x_0, y_0)$

DjDk; (?d`2)/?dxj?dxk	:= 2. partielle Ableitung nach der j-ten und k-ten Variablen xj und xk	=: $D_j D_k$; $\frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_k}$

Beispiel:

D1D2f	:= 2. partielle Ableitung nach der ersten und zweiten Variablen	=: $D_1 D_2 f$
(?d`2)f/?dx?dy; ?d/?dx(?df/?dy)	:= 2. partielle Ableitung von f nach x und y	=: $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$; $\frac{\partial}{\partial x}(\frac{\partial f}{\partial y})$
(?d`2)f/?dx**2	:= 2. partielle Ableitung von f nach x	=: $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$

2.6.3 Vektoranalysis

?d/?d_v; D(_v;)	:= Richtungsableitung in Richtung v	=: $\frac{\partial}{\partial \mathbf{v}}$; $D_{\mathbf{v}}$

Beispiel:

?df(_?x)/?d_v; ?df/?d_v(_?x); D(_v;)f(_?x)	:= Richtungsableitung der Funktion f im Punkt griechisch xi in Richtung v	=: $\frac{\partial f(\boldsymbol{\xi})}{\partial \mathbf{v}}$; $\frac{\partial f}{\partial \mathbf{v}}(\boldsymbol{\xi})$; $D_{\mathbf{v}} f(\boldsymbol{\xi})$

Nab	:= Nablaoperator	=: ∇
Lap	:= Laplaceoperator	=: $\triangle$

2.7 Integrale

Int	:= Integral	=: $\int$

Beispiel:

Int[a;b]f(x)dx	:= Integral von f(x) in den Grenzen von a bis b	=: $\int\limits_a^b f(x)dx$; $\int_a^b f(x)dx$
Int[-'%;+'%]	:= uneigentliches Integral	=: $\int\limits_{-\infty}^{+\infty}$
Int[I;]	:= Integral über I	=: $\int\limits_I$
Int[?g;]_f(_x)d_x	:= Wegintegral von f längs gamma	=: $\int\limits_\gamma \mathbf{f}(\mathbf{x})d\mathbf{x}$
Int[_?F;]fd?s	:= Oberflächenintegral des Skalarfeldes f über die Fläche Phi	=: $\int\limits_{\boldsymbol{\Phi}} f d\sigma$
Int[_?F;]_F*_nd?s	:= Oberflächenintegral des Vektorfeldes F über die Fläche Phi	=: $\int\limits_{\boldsymbol{\Phi}} \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} d\sigma$

Int_" "	:= unteres Darbouxsches Integral	=: $\underline{\int}$
Int~	:= oberes Darbouxsches Integral	=: $\overline{\int}$

Beispiel:

Int_" "[I;]	:= unteres Darbouxsches Integral auf I	=: $\underline{\int}_I$

Int\\()	:= Integral über einen geschlossenen Weg, eine geschlossene Oberfläche	=: $\oint$

Beispiel:

Int\\()H^dr^	:= Integral von Vektor H über einen geschlossenen Weg	=: $\oint \vec{H} d\vec{r}$

Int\\ (^)	:= Integral über einen geschlossenen Weg im mathematisch positiven Umlaufsinn	=: $\circlearrowleft\!\!\!\!\!\int$
/\	:= Keilprodukt, äußeres Produkt	=: $\wedge$

Beispiel:

?F/\?V	:= Keilprodukt der alternierenden Linearformen Phi und Psi	=: $\Phi \wedge \Psi$

Int[?F;]Pdy/\dz+Qdz/\dx+ Rdx/\dy

:= Oberflächenintegral eines Vektorfeldes über die Fläche Phi

=: $\int\limits_{\Phi} Pdy \wedge dz + Qdz \wedge dx + Rdx \wedge dy$

Int2" "	:= Doppelintegral	=: $\int\int$
Int3" "	:= Dreifachintegral	=: $\int\int\int$

Beispiel:

Int2" "[(_B);]f(x,y)d_B	:=	Flächenintegral von f über den Bereich B in der x,y-Ebene $=: \iint\limits_{(\mathbf{B})} f(x,y)d\mathbf{B}$
Int2" "\\()B^dA^	:=	Integral des Vektorfeldes B über die geschlossene Oberfläche A $=: \oiint \vec{B}d\vec{A}$
Int3" "[(_K);]f(x,y,z)dxdydz	:=	Raumintegral von f über den räumlichen Bereich K $=: \iiint\limits_{\mathbf{K}} f(x,y,z)dxdydz$