

Satz mathematischer Formeln

Vorbemerkung

Das Computersatz-Programm $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, von Donald E. Knuth in den siebziger/achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts speziell für den Druck mathematisch-naturwissenschaftlicher Texte, die Formeln enthalten, entwickelt, hat von Stanford aus seinen Siegeszug um die Welt angetreten; Knuth hat es als kostenloses, frei verfügbares Programmpaket allen Interessenten zur Verfügung gestellt und ausführlich dokumentiert²⁰. (Nach Angabe des Autors wird $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ so gesprochen, daß es sich auf das deutsche Wort Blech reimt: Es sind die zu den griechischen Buchstaben τ, ϵ und χ gehörigen Großbuchstaben, die hier gemeint sind.)

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ bietet die Möglichkeit, Befehlsfolgen als Makros zu speichern. $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ selbst macht hiervon schon ausgiebig Gebrauch; das grundlegende Makropaket ist die Datei `plain.tex`. Bald waren Makropakete für die automatische Gleichungsnumerierung, bequeme Eingabe von Referenzen (Quellenangaben) und vieles mehr verfügbar; das erfolgreichste unter ihnen stammt von Leslie Lamport²¹ und ist in der Version $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ heute Bestandteil jeder $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Distribution. $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ enthält Standard-Layouts und Gliederungsbefehle und vereinfacht die Erstellung der Dokumente sehr.

²⁰Donald E. Knuth: Computers and Typesetting. Volume A: The $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ book, B: $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: The Program, C: The METAFONTbook, D: METAFONT: The Program, E: Computer Modern Typefaces; alle 1986. ($\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ist eingetragenes Warenzeichen der American Mathematical Society, METAFONT Warenzeichen der Addison Wesley Verlagsgesellschaft.)

²¹Leslie Lamport: $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: A Document Preparation System, 1986

Mini-Anleitung

Zunächst muß $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ installiert werden. Dies ist, dank der Vorarbeit von begeisterten $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ nikern und der Hilfestellungen von Benutzervereinigungen²² und Universitätsinstituten, heute viel einfacher als noch vor wenigen Jahren. Man suche im Internet nach einer für das benutzte Betriebssystem erstellten $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Realisierung, lade sie auf den eigenen Rechner und befolge die Anleitung zur Installation. Diese erfolgt meist durch ein vorbereitetes Installationsprogramm, das man ablaufen läßt, und anschließend stehen einem mächtige Werkzeuge zur Verfügung. Um diese kennenlernen, verwenden und seinen Wünschen anpassen zu können, braucht man ein Handbuch²³, das durch die hier gegebene kurze Einführung natürlich nicht ersetzt werden kann. Aber für einen Vorgeschmack – und den Vergleich mit dem bisher von Ihnen verwendeten Textverarbeitungsprogramm samt Formeleditor – könnte es reichen.

Die folgende Anleitung setzt voraus, daß $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ und dazu das Paket `german` verwendet wird. Viele der hier vorgestellten Kommandos gelten allerdings auch unter plain- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Dateien zeichnen sich dadurch aus, daß alle Anweisungen im Quelltext sichtbar sind. Zu diesem Ziel müssen einige Zeichen für besondere Aufgaben reserviert werden. Dies sind `\`, `$`, `&`, `%`, `~`, `{`, `}` und noch einige mehr.

Der „Rückstrich“ kann durch `\textbackslash` erzeugt werden, das Kommando `\backslash` ist nur im mathematischen Modus (siehe unten) erlaubt. Von den anderen reservierten Zeichen werden im Textmodus `$`, `&`, `%`, `{` und `}` durch einen vorangestellten Rückstrich erzeugt.

²²Für den deutschsprachigen Raum: <http://www.dante.de>

²³Walter Schmidt, Jörg Knappen, Hubert Partl, Irene Hyna: $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ -Kurzbeschreibung, <ftp://dante.ctan.org/tex-archive/info/lshort/german/>, siehe auch die dort angegebene Literatur

- \ Der Rückwärts-Schrägstrich \ (backslash) bewirkt, daß die folgenden Zeichen nicht als Text, sondern als Anweisung interpretiert werden. Das nächste Leerzeichen oder Zeichen, das kein Buchstabe ist, beendet die Anweisung. Falls schon das erste Zeichen nach dem Rückstrich ein Sonderzeichen ist, dann ist die Anweisung mit diesem Zeichen zu Ende.

- % Das %-Zeichen leitet Kommentare ein. Es wird samt dem Rest der Zeile überlesen.

- \$ Mit Hilfe des \$-Zeichens wird zwischen Text-Modus und mathematischem Modus umgeschaltet. Zwei unmittelbar aufeinanderfolgende \$-Zeichen schalten ebenfalls in den mathematischen Modus, wobei die Formeln aber freigestellt werden, d. h. in eine Zeile zentriert gesetzt, mit etwas Zwischenraum zum vorausgehenden und nachfolgenden Text. Dieser Darstellungsmodus ist durch \$\$ zu beenden. Unter L^AT_EX sind die doppelten Dollarzeichen zu ersetzen durch `\begin{equation} ... \end{equation}` (wobei die Gleichung ohne weiteres Zutun numeriert wird), oder durch `\[... \]` (keine Numerierung).

- ␣ Das Leerzeichen zeigt einige Besonderheiten. Innerhalb des Textes wird es als normales Leerzeichen (Wortzwischenraum) gesetzt. Zwei oder mehrere Leerzeichen vergrößern diesen Zwischenraum jedoch nicht. Im mathematischen Modus wird es nicht gesetzt. Um ein Leerzeichen zu erzwingen gibt es das Kommando `\␣` „Rückstrich–Leerzeichen“.

- ~ Die Tilde in der Eingabe bewirkt ein Leerzeichen im Ausdruck. Es ist dies das geschützte Leerzeichen: an dieser Stelle kann kein Zeilenumbruch erfolgen, auch werden mehrere geschützte Leerzeichen hintereinander *nicht* auf eines reduziert.

⌞ Die Eingabetaste (Return, Wagenrücklauf–Zeilenvorschub bei der Schreibmaschine) wirkt, einmal gedrückt, wie ein Leerzeichen. Zwei (oder mehrere) Zeilenvorschübe hintereinander sind gleichbedeutend mit dem Kommando `\par`, „Absatz“.

`{...}` Eine wichtige Rolle spielen die geschlungenen Klammern. Sie werden nicht gesetzt (außer wenn ihnen ein Rückstrich unmittelbar vorangeht). Festlegungen (z. B. von Schriftart, Schriftgröße), die innerhalb der geschlungenen Klammern erfolgen, enden mit der schließenden Klammer. Mehrere Zeichen können mit `{...}` zu einer Gruppe zusammengefaßt werden.

\TeX unterstützt Ligaturen! Das bedeutet, daß man in den Fällen, wo nicht ff, fi, fl, ffi, ffl sondern ff, fi, fl, ffi oder ffi, ffl oder ffl zu setzen ist, zwischen das nicht zu verschmelzende Buchstabenpaar das Kommando `\/` einfügen muß, z. B. `auf\/fliegen`, `stoff\/lich` ergibt „auffliegen, stofflich“.

Aber jetzt zu den Beispielen! Die Datei beginnt mit einer Präambel der Art

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{german}
\usepackage[cp437de]{inputenc}
\begin{document}
```

und endet mit `\end{document}`.

Wenn uns der Editor, den wir zum Schreiben verwenden, das Eintippen von oft wiederkehrenden, langen Kommandos nicht erspart, empfiehlt sich die Definition von Kürzeln, z. B.

```
\def\bq{\begin{equation}}      \def\ee{\end{equation}}
```

Dann kann man für die Energiedichte im strahlungsgefüllten Hohlraum

$$u(\omega) = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3}{\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1},$$

schreiben, und dies wird im Ausdruck zu

$$u(\omega) = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3}{\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1}. \quad (1)$$

Kurze, nicht zu numerierende Gleichungen wie $\hbar = 1,054\,57 \cdot 10^{-27}$ erg s fügt man gern in den Text ein; dies wird durch Einschließen zwischen Dollar-Zeichen erreicht,

also $\hbar = 1,054\,57 \cdot 10^{-27}$ erg s für den Zahlenwert der Planckschen Konstante.

Die Eingabe

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\vec{x}, t) = H \psi(\vec{x}, t)$$

\quad mit \quad $H = \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{x}),$

erzeugt die Schrödingergleichung für ein Teilchen:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\vec{x}, t) = H \psi(\vec{x}, t) \quad \text{mit} \quad H = \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{x}), \quad (2)$$

die Fouriertransformation zwischen Orts- und Impulsraum wird wie folgt eingegeben

$$\langle \phi(\vec{p}) | \psi(\vec{x}) \rangle = (2\pi\hbar)^{-3/2} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(\vec{x}) e^{-i\vec{p}\cdot\vec{x}/\hbar} d^3x, \quad \text{we}$$

und sieht dann so aus:

$$\phi(\vec{p}) = (2\pi\hbar)^{-3/2} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(\vec{x}) e^{-i\vec{p}\cdot\vec{x}/\hbar} d^3x. \quad (3)$$

Niemals vergessen dürfen Sie, daß

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad \text{we} \quad (4)$$

während bei der folgenden Gleichung

$$\langle b | U^{(1)} | a \rangle = -i\hbar^{-1} \int_{t_0}^t d\tau e^{-iE_b^0(t-\tau)/\hbar} V_{ba}(\tau) e^{-iE_a^0(\tau-t_0)/\hbar} \quad \text{we}$$

$$\langle b | U^{(1)} | a \rangle = -i\hbar^{-1} \int_{t_0}^t d\tau e^{-iE_b^0(t-\tau)/\hbar} V_{ba}(\tau) e^{-iE_a^0(\tau-t_0)/\hbar} \quad (5)$$

wichtiger ist, zu wissen, wie sie zustande kommt und was sie bedeutet.

Dank der „sprechenden“ Bezeichnungen für die meisten Kommandos/Symbole ist es leicht, sie sich zu merken, und die Eingabe von Gleichungen ist dementsprechend sehr einfach. Anhand der Vorschau auf dem Bildschirm oder eines Probeausdruckes kann man im zweiten Schritt noch etwas Feinarbeit leisten, bis das Ergebnis wirklich zufriedenstellt. Man kann durch Einfügen von `\,`, bzw. `\;`, `\quad`, `\qquad` kleine, etwas größere ... Zwischenräume einfügen und durch `\!` Abstände verringern.

Wir haben früher gesehen, daß auch die Schriftart – manchmal vielleicht nur unterschwellig – den Eindruck, den ein Text macht, beeinflusst.

Die Schriftfamilie Computer Modern

Die Schriftfamilie, die mit $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ standardmäßig verwendet wird, heißt „Computer Modern“, eine leichte klassizistische Antiqua. In Band E von Knuths Dokumentation wird sie im Detail beschrieben.

Der Name leitet sich von der Schrift ab, die als Vorbild diente: die Monotype Modern 8A. Aber auch die Modern der Firma Monotype²⁴ hat Vorbilder. Tatsächlich kann man in vielen Büchern, die vor dem Computerzeitalter gedruckt wurden, Schriften finden, denen die Computer Modern Schriftschnitte sehr ähnlich sehen. Leider sind darin kaum je Angaben über die Schrift, in der sie gedruckt sind, enthalten.

Ich habe als Reproduktion ein Schriftmuster der Bauerschen Gießerei²⁵ in Frankfurt am Main mit der Schrift „Volta mager 1956 Dr. Konrad F. Bauer und Walter Baum“ gefunden, mit der Erläuterung: „Die als Clarendon bezeichnete Schriftgattung wurde von englischen Schriftschneidern im 2. Viertel des vorigen [19.] Jahrhunderts entwickelt. Sie trägt ihren Namen nach der Druckerei der Universität Oxford, der Clarendon Press.“ Die Volta ist breiter; die Schrift „Imprimatur“ derselben Gießerei könnte dem Vorbild für die Computer Modern aber sehr nahe kommen.

Es sind jedoch auch Unterschiede zu sehen: die Lettern E, F, L, T und Z der Computer Modern Roman zeigen in ihren die horizontalen Linien abschließenden schrägen Serifen Anklänge an die Garamond.

²⁴Die Lanston Monotype Corporation wurde 1897 in England gegründet. 1912 die erste Originalschrift für mechanischen Satz, 1932 die Times New Roman von Stanley Morison.

²⁵Friedrich Friedl, Nicolaus Ott, Bernard Stein (Herausgeber): Typographie – wann wer wie. Könemann, Köln 1998

Bei den Clarendon-Schriften stehen diese Serifen senkrecht.

Der Name „Modern“ mag für das Vorbild der Schrift früher einmal (vor vielleicht 150 Jahren) zutreffend gewesen sein – heute wirkt sie eher zeitlos, vielleicht sogar ein bißchen altbacken. Es ist eine leichte Schrift (was sich auf die mittlere Strichstärke bezieht). Oft hätte man gerne eine etwas kräftigere, „schwerere“ Schrift. Das kann man haben.

Andere Schriften

Für bloßen Text ist es mit $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ leicht, auf andere Schriften umzuschalten; die Anpassung der zum Formelsatz verwendeten Zeichen an diese Schriften war wesentlich aufwendiger. Ich möchte hier nur das Erweiterungspaket PSNFSS nennen, das die gängigen PostScript-Zeichensätze einbindet, und das Paket „concmath“, das eine etwas fettere „concrete“ Variante der Computer Modern nutzbar macht. Details und Hinweise zur Benutzung entnehme man der Online-Dokumentation.