

# Einführung in das Textsatzsystem $\text{\LaTeX}$

## Mathematiksatz II

Fabian Grünig  
gruenig@posteo.de

Moritz Brinkmann  
moritz.brinkmann@iwr.uni-heidelberg.de

13. November 2015

# Übersicht

## 1 Mathe

Relationen

Mengen

Integrale

Komplexe Matrizen

Typische Mathe-Umgebungen

## 2 Physik

SI-Einheiten

Mehr Vektoren

Feynman-Graphen

Quantenmechanik

Plotten in  $\text{\LaTeX}$

## 3 Finetuning

Schriften

Spaces

Smashing

Umbrüche

Nummerierung

Größenänderungen

# Relationen

```
$= \equiv \approx \asymp  
\bowtie \cong \dashv \dotseq  
\sim \simeq \propto  
\smile$
```

$= \equiv \approx \asymp \bowtie \cong \dashv \dotseq \sim \simeq \propto \smile$

# Relationen

```
$= \equiv \approx \asymp  
\bowtie \cong \dashv \dotseq  
\sim \simeq \propto  
\smile$
```

$$= \equiv \approx \asymp \bowtie \cong \dashv \dotseq \sim \simeq \propto \smile$$

## Negierung mit \not

```
$_\not = \neq \not\equiv  
\not\approx \not A  
\not\kern-.2em\int \not\  
\kern-.2em\partial \not\  
\smile$
```

$$\neq \not\equiv \not\approx \not A \not\int \not\partial \not\smile$$

# Relationen

$$\begin{aligned} & \$= \backslash equiv \backslash approx \backslash asymp \\ & \backslash bowtie \backslash cong \backslash dashv \backslash \\ & \backslash doteq \backslash sim \backslash simeq \backslash propto \\ & \backslash smile \$ \end{aligned}$$
$$= \equiv \approx \propto \times \div \pm \cdot \sim \propto \sim$$

## Negierung mit \not

$$\begin{aligned} & \$\backslash\text{not} = \backslash\text{neq} \backslash\text{not}\backslash\text{equiv} \\ & \backslash\text{not} \backslash\text{approx} \backslash\text{not} A \\ & \backslash\text{not}\backslash\text{kern}-.2\text{em}\backslash\text{int} \backslash\text{not}\backslash \\ & \text{kern}-.2\text{em}\backslash\text{partial} \backslash\text{not} \backslash \\ & \text{smile}\$ \end{aligned}$$
 $\neq \not\equiv \approx \not\backslash \not/ \not\partial \not\vdash$ 

## Stapeln von Symbolen

```

$\stackrel{\text{oben}}{\underset{\text{unten}}{\$}}
$\stackrel{\text{e}}{\text{e}} = \$ \ddot{a}
$\stackrel{.}{=} \neq \backslash
doteq$

```

*oben* e  
*unten* ä = ä ≠ ä

- Paket 12many bietet Vereinfachung und Anpassung zum Mengensatz:  
 $\{1, \dots, m\}$
- Befehle:  
`\nto{n}{m}`, `\ito{m}`, `\oto{m}`
- Stil ändern mit `\setOTMstyle[]{\langle style \rangle}`

```
$ \nto{i}{k},  
  \ito{m},  
  \oto{\alpha_i} $
```

$$\{i, \dots, k\}, \{1, \dots, m\}, \{0, \dots, \alpha_i\}$$

# Integrale

$\mathcal{A}_M\text{Smath}$  bietet weitere Integrale:

```
\[ \iint \iiint \]
```

```
\[ \oint \idotsint \]
```

```
\[ \int \int \]
```

$$\begin{array}{c} \iint \iint \iint \iint \iint \\ \oint \int \cdots \int \\ \int \int \end{array}$$

Zusätzliche  
Integraldarstellungen  
bieten:

- wasysym
- txfonts
- esint
- MnSymbol
- mathdesign

Auf Kompatibilität achten

Verschiedene Matheschriften  
zusammen können Probleme  
bereiten.



# Satz komplexer Matrizen

```

\[\begin{pmatrix}
a & b & & \dots & & z\\
b & & \dots & & \dots & z\\
\vdots & & & \ddots & & \\
\ddots & & & & \ddots & \\
\hdotsfor{4}\\
z & b & & \dots & & \\
\begin{pmatrix}a & b \\ c & d\end{pmatrix}
\end{pmatrix}\]

```

$$\begin{pmatrix} a & b & \dots & z \\ b & \dots & \dots & z \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z & b & \dots & \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

# Typische Mathe-Umgebungen

Mit dem  $\mathcal{AMS}$ -Paket `amsthm` lassen sich typische Mathe-Umgebungen wie „Satz“ und „Beweis“ erstellen:

- Anlegen einer Umgebungen mit  
`\newtheorem{<Kürzel>}{<Name>}[<Nummerierungsebene>]`

```
\newtheorem{def}{Definition}[section]
\newtheorem{thm}{Satz}[section]
\newtheorem*{lemma}{Lemma}
```

```
\begin{thm}[Fabian]
  Sei  $a=b$  und  $b=c$ .
  Dann ist  $a=c$ .
\end{thm}
\begin{proof}
  Trivial.
\end{proof}
```

## Satz (Fabian)

*Sei  $a = b$  und  $b = c$ . Dann ist  $a = c$ .*

## Beweis.

Trivial.



# Setzen von Einheiten

## Paket siunitx (Joseph Wright)

```
\SI[separate-uncertainty]{23.448(5)e23}{g.cm^3}
\si[per-mode=fraction]{\joule\per\ev}
\si{\joule\per\ev}
\num[round-precision=2]{4.4583 x 3.2 e21}
\num[mode=text]{4.58}
\num[exponent-product=\cdot]{1e10}
\ang[]{45}
```

$$(23.448 \pm 0.005) \times 10^{23} \text{ g cm}^3$$
$$\frac{\text{J}}{\text{eV}}$$
$$\text{J eV}^{-1}$$
$$4.4583 \times 3.2 \times 10^{21}$$
$$4.58$$
$$1 \cdot 10^{10}$$
$$45^\circ$$

# Setzen von Einheiten

Ändern der Voreinstellungen mittels `\sisetup`

```
\sisetup{negative-color}  
$\num{-3}, \num{3},  
\num[negative-color=blue  
{-5x5},  
\num{2}\cdot\num{2}$\\
```

```
\def\A{5.1}  
$\SI{\A x 5.3}{\milli\meter}$\\  
$\num{\A x 5.3}\si{\square\milli  
\meter}$\\  
$\num{\A x 5.3}\si{\milli  
\meter  
\squared}$
```

$-3, 3, -5 \times 5, 2 \cdot 2$

$5.1 \text{ mm} \times 5.3 \text{ mm}$

$5.1 \times 5.3 \text{ mm}^2$

$5.1 \times 5.3 \text{ mm}^2$

# Gradangaben

```
\ang{10}  
\ang{12.3}  
\ang{4,5}  
\ Heidelberg:  
\ang{49;25;}N, \ang  
{8;43;}O, \ang{49;25;}N,  
\ang{8;43;}O
```

10° 12.3° 4.5°

Heidelberg: 49°25'N, 8°43'O,  
49°25'N, 8°43'O

# Einheiten

```
\SI{5.54}{ms^{-2}}\\  
\SI{5.54}{m s^{-2}}\\  
\SI{5.54}{m.s^{-2}}\\  
\SI{5.54}{\meter\per\second\squared}\\  
\SI{5.54}{\meter\per\second\square}\\
```

5.54 ms<sup>-2</sup>

5.54 ms<sup>-2</sup>

5.54 m s<sup>-2</sup>

5.54 m s<sup>-2</sup>

5.54 m s<sup>-2</sup>

# Einheiten

```
\sisetup{per-mode=fraction}  
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\  
kelvin}  
\ \sisetup{per-mode=symbol}  
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\  
kelvin}  
\ \sisetup{per-mode=fraction,  
fraction-function=nice}  
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\  
kelvin}
```

$1.23 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$   
1.23 J/(mol K)  
1.23 niceJmol K

# Mehr Vektoren

- manchmal hat man spezielle Anforderungen an die Vektorpfeile
- Paket esvect bietet Anpassungen der Pfeilform
- korrekter Satz bei Subskripten wird beachtet

```
$\vv a$  
$\vec a$
```


$$\vec{a}$$
$$\vec{a}$$

- Pfeiltyp über Paketoption [a] bis [h] einstellbar
- mögliche Pfeile: siehe Dokumentation



# Mehr Vektoren

## Subskripte

- Sternversion `\vv*{}{}{}` sorgt für passende Subskripte:

```

$$\vec{ab}_{\Delta}$$

$$\overrightarrow{ab}_{\Delta}$$

$$\overrightarrow{ab}_{\Delta}$$

```

- abstrakte Darstellung von Zuständen in der Quantenmechanik
- Unabhängigkeit von Koordinaten
- Ket:  $|\text{ket } a\rangle$ , Bra:  $\langle \text{bra } a|$
- Skalarprodukt:  $\langle \text{bra}(c)|\text{ket}: |\text{braket}\{a | b\}$
- Matrixelement:  $\langle \text{braket}\{a | A | b\}$

# Satz von bra und ket

Paket braket

`\bra a \ket b`

`\braket{a|\frac A B|a}`

`\Braket{a|\frac A B|a}`

Für Operatoren benötigt man das „Dach“:

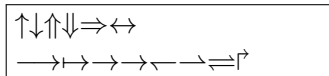
```
$\hat A \ \hat{\mathrm{A}} \ \bar h
\check a \ \dot a \ \ddot a \ \dddot a \ \ddddot a \ \
\underbrace{E = mc^2}_{\text{nach Einstein}} \overbrace{\int_{-\infty}^{\infty}}^{\text{Hinweis}}$
```

$$\begin{array}{c}
 \hat A \hat A \bar h \ddot a \ddot a \\
 \ddot a \ddot a \ddot a
 \end{array}$$

Hinweis

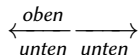
$$\underbrace{E = mc^2}_{\text{nach Einstein}} \overbrace{\int_{-\infty}^{\infty}}$$

Für Spinzustände oft verwendete Notation mittels Pfeilen:

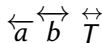
$$\begin{aligned} & \backslashuparrow \backslashdownarrow \backslashUparrow \\ & \backslashDownarrow \\ & \backslashrightarrow \backslashleftrightarrow \\ & \backslashlongrightarrow \backslashmapsto \backslashto \backslash \\ & \rightarrow \\ & \backslashleftharpoonup \backslash \\ & \rightarrow \\ & \rightarrow \backslashleftharpoonup \\ & \rightarrow \backslashrightleftharpoonup \\ & \rightarrow \backslashRsh \end{aligned}$$


## Über- und Unterschreibungen von Pfeilen (Beschriftung von Reaktionsgleichungen etc.)

```
$\xleftarrow[unten]{oben}$  
$\xrightarrow[unten]{}$
```



```
$\overleftarrow{a}$  
$\overrightarrow{b}$  
$\stackrel{\leftarrow}{a}\stackrel{\rightarrow}{b}\stackrel{\leftrightarrow}{T}$
```



- $\exists$  gnuplottex
- PGFplots ist besser  $\rightarrow$  eigene Vorlesung

- kommandozeilenorientiertes Plotprogramm
  - klein, schnell
  - unintuitive Bedienung
  - optimal für Ausführung aus Skripten
- ⇒ passt zur Arbeitsweise mit  $\text{\TeX}$
- nützlich für schnelle Testplots
  - auch professionelle Qualität möglich

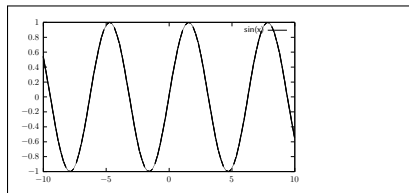


- Vorteile: Plotbefehle direkt im Dokument  
Schriften von  $\text{\LaTeX}$  verwaltet  $\Rightarrow$  passend!
- Nachteile: Portabilität leidet  
Plot wird bei jedem Durchlauf neu erstellt  
umständlich unter Windows

- Start aus Kommandozeile (unter Windows GUI verfügbar)
- Grundbefehl: `plot`
- Abkürzungen aller Befehle möglich: `plot = pl = p`
- `p sin(x), p "Datensatz" using 1:3`
- `set style data lines, rep`

- gnuplot bietet riesige Vielzahl an Ausgabeformaten
- u. a. ps, jpeg, mf, mp, hp500c, gif
- direkte Anzeige: wxt (windows), X11 (Unix)
- viele T<sub>E</sub>X-Formate (pstex, pslatex, texdraw, eepic, emtex, ...)
- *kein* pdf
- aus L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X: unabhängig vom Treiber

```
\begin{gnuplot}[scale  
=0.3]  
p sin(x)  
\end{gnuplot}  
\begin{gnuplot}[scale  
=0.4]  
set style data  
linespoints  
p "beispiele/plotdaten.  
gpt"  
\end{gnuplot}
```



- Matheschrift muss am Anfang des Dokumentes festgesetzt werden
- Kann nicht im Dokument geändert werden
- Pakete freier Schriften
  - mathpazo
  - cmbright
  - mathpazo
  - eulervm

Eine Reihe nichtfreier Schriften ist in speziellen Paketen verfügbar.

Hervorhebungen/besondere Buchstaben:

- Kalligraphische Buchstaben `\mathcal`
- Serifenlose
- Fraktur `\Re` `\Im`:
- Aufrechte Buchstaben
- „blackboard bold“ `\mathbb{R}`:
- mit Paket `dsfont` `\matds{R}`:

$\mathfrak{R}, \mathfrak{S}$

$\mathbb{R}$

$\matds{R}$

- Paket unicode-math (Will Robertson) bietet experimentellen Zugriff auf otf-Matheschriften
- freie Matheschriften selten
- Unterstützung noch sehr rudimentär
- zukünftige Entwicklung vielversprechend
- in  $\text{\LaTeX}$ 3 evtl. stabil verfügbar ...
- geplant für lua $\text{\TeX}$

# Änderung der Platzverteilung

- Kerning
- v/hspace: `\hspace{1cm}`, `\hspace*{1cm}`
- Achtung bei `\vspace`: Nur im vertikalen Modus möglich
- Phantome



# Phantome

```
$a_x = b$\\  
$\hphantom{a_x} = b$\\  
$\underline{a_x} = \underline{a_x}$  
b\vphantom{a_x} c \underline{a_x} \underline{b}
```

$$\begin{aligned} a_x &= b \\ &= b \\ \underline{a_x} &= \underline{b} \underline{c} \underline{a_x} \underline{b} \end{aligned}$$

```
\begin{align*}  
a &= b\\  
c &= d\\  
\int a &= b  
\end{align*}
```

$$\begin{aligned} a &= b \\ c &= d \\ \int a &= b \end{aligned}$$

# Phantome

```
$a_x = b$\\  
$\hphantom{a_x} = b$\\  
$\underline{a_x} = \underline{a_x}$  
b\vphantom{a_x}\underline{b}
```

$$\begin{aligned}a_x &= b \\ &= b \\ \underline{a_x} &= \underline{bb}\end{aligned}$$

```
\begin{align*}  
a &= b\\  
\vphantom{\int} c &= d\\  
\int a &= b\\  
\end{align*}
```

$$\begin{aligned}a &= b \\ c &= d \\ \int a &= b\end{aligned}$$

- Paket `mathtools` bietet:
- Erweiterungen/Ergänzungen/Bugfixes zu `amsmath`
- fine-tuning des Mathesatzes
- Sammlung von Tricks von Michael J. Downes

$$X = \sum_{1 \leq i \leq j \leq n} X_{ij} X = \sum_{1 \leq i \leq j \leq n} X_{ij} X = \sum_{1 \leq i \leq j \leq n}^{a+b+c+d} X_{ij} X = \sum_{1 \leq i \leq j \leq n}^{\overline{a+b+c+d}} X_{ij}$$

```
\[X = \sum_{1\leq i\leq j\leq n} X_{ij}
X = \sum_{\mathclap{1\leq i\leq j\leq n}} X_{ij}
X = \sum_{\mathclap{1\leq i\leq j\leq n}}^{a+b+c+d} X_{ij}
X = \smashoperator[r]{\sum_{1\leq i\leq j\leq n}^{a+b+c+d}} X_{ij}
\]
```

- Standardform der tags ist nicht immer schön: (4)
- Änderung mittels amsmath  
„[is] not very user friendly (it involves a macro with three @’s in its name)“
- mathtools’ Weg:

```
\newtagform{brackets}{[{}{}]  
\usetagform{brackets}  
\begin{equation}E \neq mc^3\end{  
equation}  
\newtagform{bfbrackets}[\textbf  
][{}{}]  
\usetagform{bfbrackets}  
\begin{equation}E \neq mc^4\end{  
equation}
```

$$E \neq mc^3 \quad [1]$$

$$E \neq mc^4 \quad [2]$$

# Umbruch von Formeln

- nicht nur Text, sondern auch lange Formeln müssen umbrochen werden
- sinnerhaltender Umbruch schwer
- Umbruch nur im Inline-Mode
- Umbruch nur bei binären Operatoren

# Umbruch von Formeln

- Paket `breqn` ermöglicht Umbruch in Display-Formeln
- eigene Umgebungen: `dmath(*)` (wie `\[ \]`)
- `dseries`
- `dgroup` (wie `align`)
- `darray` (wie `eqnarray`)
- `dsuspend` (unterbricht)
- Befehl `\condition` für Bedingungen

- breqn lädt flexisym
- flexisym definiert eigene Mathezeichen

⇒ Inkompatibilität mit Schriftpaketen

- speziell **inkompatibel** zu fontspec (nicht mehr?)



# Nummerierung von Fallunterscheidungen

- Paket cases bietet Nummerierung von case-Konstrukten:

```
\begin{numcases}{E = mc^2}  
m \neq 0 & Masselose Teilchen\\  
m < 0 & Antiteilchen (?)\\  
m > 0 & normale Teilchen  
\end{numcases}
```

$$E = mc^2 \begin{cases} m \neq 0 & \text{Masselose Teilchen} & (3) \\ m < 0 & \text{Antiteilchen (?)} & (4) \\ m > 0 & \text{normale Teilchen} & (5) \end{cases}$$

# Relative Größenangabe

- Wenn normale Schriftgrößen nicht ausreichen:  
`\displaystyle`, `\textstyle`, `\scriptstyle`, `\scriptscriptstyle`
- Paket `relsize`
- Grundbefehle `\relsize{n}`, `n` gibt Schrittweite an
- `\larger = \relsize{1}`
- `\smaller = \relsize{-1}`
- `\relscale{0.75}` – Skalierung auf den angegebenen Faktor
- `\mathsmaller`, `\mathlarger` – Änderung der Matheschriftgröße

# Relative Größenangabe

```
\[ \Delta \varphi = 2  
\int\limits_{r_{\min}}^{r_{\max}} \frac{1}{r^2} dr  
\sqrt{2m(E-U) - \frac{M^2}{r^2}}  
\]
```

$$\Delta\varphi = 2 \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} \frac{\frac{M}{r^2} dr}{\sqrt{2m(E-U) - \frac{M^2}{r^2}}}$$

# Relative Größenangabe

```
\newcommand\largeint{\mathlarger{\mathlarger{\mathlarger{\mathlarger{\int}}}}}  
\[ \Delta \varphi = 2  
\largeint\limits_{r_{\min}}^{r_{\max}} \frac{M}{r^2} dr  
\sqrt{2m(E-U) - \frac{M^2}{r^2}}  
]
```

$$\Delta\varphi = 2 \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} \frac{\frac{M}{r^2} dr}{\sqrt{2m(E-U) - \frac{M^2}{r^2}}}$$