

Einführung in das Textsatzsystem (L)T_EX

Vorlesung über (L)T_EX im Sommersemester 2009

univerſitatis ſtudii heidelbergeniſis

Arno Trautmann

Heidelberg

Vorlesung 5, 16. Mai 2009

Teil V

Mathesatz 2



1 Integral-/Differentialrechnung

2 Symbole

3 Schriften

4 SI-Einheiten

5 Matrizen

6 Platz

7 Feynman-Graphen

8 resize



Integrale

```
\[ \int_{-\infty}^{\infty} dx dx \]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$



Integrale

```
\[\int_{-\infty}^{\infty} dx dx \]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$

```
\[\int_{-\infty}^{\infty} \kern-.5em dx  
\text{d x}\]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$



Integrale

```
\[ \int_{-\infty}^{\infty} dx dx \]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$

```
\[ \int_{-\infty}^{\infty} \kern-.5em dx \text{ d } x \]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$

```
\[ \int\limits_{-\infty}^{\infty} \kern-.5em dx \text{, } \text{d } x \]
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx dx$$



Integrale

- **Zu beachten:**
- Korrekter Satz der Grenzen
- akzeptabler Abstand zum Integranden
- d aufrecht setzen

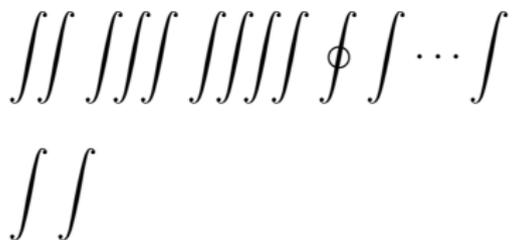
- Außer \int gibt es eine Vielzahl von Integralen:
- Volumenintegrale, Umlaufintegrale, etc.



Integrale

$\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ math bietet weitere Integrale:

```
\[\iint \iiint \iiint \oint \dotsint\  
\[\int \int\]
```



Integrale

Zusätzliche
Integraldarstellungen bieten:

- `wasysym`
- `txfonts`
- `esint`
- `MnSymbol`
- `mathdesign`

Auf Kompatibilität achten
Verschiedene Matheschriften
zusammen können Probleme
bereiten.



Integrale

wo denn?

Ich suche ein vierfaches Integralzeichen mit drei Kreisen und zwei Pfeilen in verschiedene Richtungen, die sich leicht überschneiden – wo finde ich das?

[symbols-a4.pdf](#) – The Comprehensive LaTeX Symbol List

texdoc symbols-a4

Große Liste (141 Seiten) mit sehr vielen \LaTeX -Symbolen, thematisch und nach Paketen geordnet.



Relationen

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

$$= \equiv \approx \asymp \bowtie \backslash \doteq \sim \simeq \propto \smile$$

Negierung mit \not

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

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


Relationen

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

$$= \equiv \approx \asymp \bowtie \backslash \doteq \sim \simeq \propto \smile$$

Negierung mit \not

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

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

Stapeln von Symbolen

```
$$\stackrel{oben}{\underset{unten}}{a} = $ \stackrel{a}{\underset{b}{a}} = \stackrel{a}{\underset{b}{a}} \neq \stackrel{a}{\underset{b}{a}}$
```

$$\begin{array}{l} \textit{oben} \\ \textit{unten} \end{array} \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \begin{array}{l} e \\ a \end{array} = \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \begin{array}{l} e \\ a \end{array} \neq \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \begin{array}{l} e \\ a \end{array}$$


bra ket

- Abstrakte Darstellung von Zuständen in der Quantenmechanik
- Unabhängigkeit von Koordinaten
- Ket: $|a\rangle$, Bra: $\langle a|$
- Skalarprodukt: Bra(c)ket: $\langle a|b\rangle$
- Matricelement: $\langle a|A|b\rangle$



Satz von bra und ket

Erster Ansatz:

$$\$| a\rangle \langle a| A| a\rangle\$\$$

$$| a \rangle \langle a| A| a \rangle$$



Satz von bra und ket

Erster Ansatz:

$$|a\rangle \langle a| A |a\rangle$$

$$|a\rangle \langle a| A |a\rangle$$

Zweiter Ansatz:

$$\langle a| \left(\frac{A}{B} \right) |a\rangle$$

$$|a\rangle \langle a| \frac{A}{B} |a\rangle$$



Satz von bra und ket

Erster Ansatz:

```
$| a > <a| A| a >$
```

$$|a \rangle \langle a| A |a \rangle$$

Zweiter Ansatz:

```
$$\left| a \right\rangle \left\langle a \left| \frac{A}{B} \right| a \right\rangle$
```

$$|a \rangle \langle a| \frac{A}{B} |a \rangle$$

Guter Ansatz: Paket braket

```
$$\bra a \ \ket b \ \bracket{a \ \frac{A}{B} \ | a} \ \Braket{a \ \frac{A}{B} \ | a}$
```

$$\langle a | |b \rangle \langle a| \frac{A}{B} |a \rangle \langle a | \frac{A}{B} | a \rangle$$


Akzente

Für Operatoren benötigt man das „Dach“:

```

 $\hat{\mathrm{A}}$  \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}}
$

```

$$\hat{A} \bar{h} \check{a} \dot{a}$$

$$\ddot{a} \dddot{a} \ddddot{a}$$

Hinweis

$$\underbrace{E = mc^2}_{\text{nach Einstein}}$$

$$\overbrace{\int_{-\infty}^{\infty}}$$


Pfeile

Für Spinzustände oft verwendete Notation:

$$\langle \uparrow | \downarrow \rangle$$



Pfeile

Für Spinzustände oft verwendete Notation:

 $\langle \uparrow | \downarrow \rangle$

```

 $\uparrow$  \uparrowarrow \downarrowarrow \Uparrowarrow \Downarrowarrow
\Rightarrowarrow \leftrightharpoonarrow\
\longrightarrowarrow \mapstoarrow \toarrow
\leftharpoonowdownarrow \rightharpoonowuparrow \
rightleftharpoonow
\Rsh
$

```



Matheschriften

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

Eine Reihe nichtfreier Schriften ist in speziellen Paketen verfügbar



$$t[\mathbf{u}_1, \dots, \mathbf{u}_n] = \sum_{k=1}^n \binom{n-1}{k-1} (1-t)^{n-k} t^{k-1} \mathbf{u}_k$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

$$\frac{x_1 + 20}{x_2 - 20} + \sqrt{a^2 - \frac{2}{3}\sqrt{b}}$$

Matheschriften

Hervorhebungen/besondere Buchstaben:

- Kalligraphische Buchstaben
- Serifenlose
- Fraktur (\mathfrak{R} , \mathfrak{S})
- Aufrechte Buchstaben
- Fettdruck (für Griechisch: Paket `\bm`)
- „blackboard bold“: \mathbb{R}



Matheschriften

- Paket `unicode-math` (Will Robertson) bietet experimentellen Zugriff auf otf-Matheschriften
- Frei Matheschriften selten
- Unterstützung noch sehr rudimentär
- Zukünftige Entwicklung vielversprechend
- In $\LaTeX 3$ evtl. stabil verfügbar ...



Setzen von Einheiten

Paket siunitx (Joseph Wright)

```

\SI[ seperr]{23.448(5)e23}{g.cm^3}
\si[ per=frac]{\joule\per\ev}
\si{\joule\per\ev}
\num[ dp=2]{4.4583 x 3.2 e21}
\num[ mode=text]{4.58}
\num[ expproduct=cdot]{1e10}
\ang[ ]{45}

```

$$(23.448 \pm 0.005) \times 10^{23} \text{ g cm}^3$$

$$\frac{\text{J}}{\text{eV}}$$

$$\text{J eV}^{-1}$$

$$4.46 \times 3.20 \times 10^{21}$$

$$4.58$$

$$1 \cdot 10^{10}$$

$$45^\circ$$


Ändern der Voreinstellungen mittels `\sisetup`

```
\sisetup{colourneg}
$\num{-3}, \num{3},
\num[negcolour=blue]{-5x5},
\num{2}\cdot\num{2}$\

\def\a{5.1}
$\SI{\a x 5.3}{\milli\metre}$\
$\num{\a x 5.3}\si{\Square\milli\metre}$\
$\num{\a x 5.3}\si{\milli\metre\squared}$
```

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

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

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

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



Gradangaben

```
\ang{10}
\ang{12.3}
\ang{4,5}
\\ Heidelberg:
\ang{49;25;}N, \ang{8;43;}0, \ang
{49;25;}N, \ang{8;43;}0
```

$10^\circ 12.3^\circ 4.5^\circ$

Heidelberg: $49^\circ 25' N$, $8^\circ 43' O$,
 $49^\circ 25' N$, $8^\circ 43' O$



Einheiten

```
\SI{5.54}{ms^{-2}}\\  
\SI{5.54}{m s^{-2}}\\  
\SI{5.54}{m. s^{-2}}\\  
\SI[valuesep=thick]{5.54}{m. s  
^{-2}}\\  
\SI[valuesep=thin]{5.54}{m. s  
^{-2}}\\
```

5.54 ms^{-2}
 5.54 ms^{-2}
 5.54 m s^{-2}
 5.54 m s^{-2}
 5.54 m s^{-2}



Einheiten

```
\sisetup{per=fraction}
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\kelvin}
\\ \sisetup{per=slash}
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\kelvin}
\\ \sisetup{per=fraction, fraction=nice}
\SI{1.23}{\joule\per\mole\per\kelvin}
```

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



Satz komplexer Matrizen

```

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

```

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



Änderung der Platzverteilung

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



Phantome

```

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

```

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

```

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

```

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



Phantome

```

$a_x = b$\\
$\hphantom{a_x} = b$\\
$\underline{a_x} = \underline{b\phantom{a_x}}$\\
\underline{a_x}}\underline{b}$

```

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

```

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

```

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



Feynman-Graphen

- Verschiedene Möglichkeiten für Feynman-Graphen:
- Paket feynmf
- Paket feyn
- Graphiksoftware
- Metafont
- TikZ/PS-Tricks
- ...



feyn

- Kleines, leicht bedienbares Paket
- Bietet eine Matheschrift, mit der Feynman-Graphen gesetzt werden können
- (halb)intuitive Bedienung
- `\feyn`: Mathemodus
- `\Feyn`: Textmodus
- `\Diagram`: Komplexe Diagramme

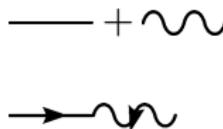


feyn

```

\[\feyn{f+g}\]
\[\feyn{fA} \feyn{gV}\]

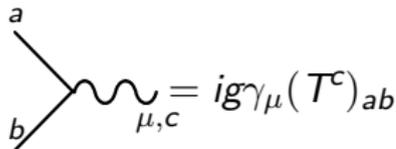
```



```

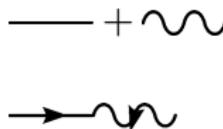
\[\Diagram{\vertexlabel^a \\\
fd \\\
& g\vertexlabel_{\mu,c} \\\
\vertexlabel^b fu\}
= ig\gamma_{\mu} (T^c)_{ab}\]

```

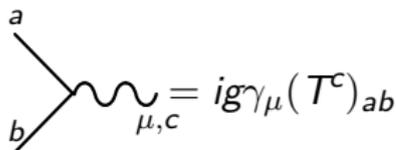


feyn

```
\[ \feyn{f+g} \]
\[ \feyn{fA} \feyn{gV} \]
```



```
\[ \Diagram{\vertexlabel^a \\\
fd \\\
& g\vertexlabel_{\mu,c} \\\
\vertexlabel^b fu \\\
}
= ig\gamma_{\mu}(T^c)_{ab} \]
```



⇒ siehe gute Dokumentation von feyn



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

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

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



Relative Größenangabe

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

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



Dokumentation

- Paketdokumentationen
- `texdoc mathmode`
Liefert das Dokument „ \TeX Mathmode“ von Herbert Foss
- `texdoc symbol-a4`
Liefert „The Comprehensive \LaTeX Symbol List“

