

Mathematische Formeln

Nun endlich zu einem spannenden Teil von LaTeX: den mathematischen Formeln. Auch wenn ich persönlich für den Inhalt der Formeln, also deren mathematische Bedeutung, nicht soviel übrig habe (der Spaß vergeht einem spätestens nach der ersten Mathe-Vorlesung); die Erstellung mit Hilfe von LaTeX ist umso lustiger!

Grundsätzliches

Mathematische Formeln können nur im mathematischen Modus benutzt werden. Die Umschaltung in diesen Modus kann auf drei verschiedene Weisen erfolgen:
 Um Formeln in einen Fließtext einzubinden, können Sie die Formel in zwei Dollar-Zeichen einbinden:

```
$Hier die Formel$
```

Längere Formeln kann man in einer Klammerumgebung

```
/{Hier die Formel/}
```

benutzen.
 Und wenn Sie planen viele Formeln zu verwenden und in Ihrem Text häufig auf diese Formeln zurückgreifen möchten, bietet es sich an, diese Formeln zu nummerieren und diese Nummerierung zur Indizierung zu benutzen. Die Nummerierung erreichen Sie mit:

```
\begin{equation}
  Hier die Formel
\end{equation}
```

Fließtext-Formeln werden anders dargestellt als Formeln, die durch die Klammerumgebung gekennzeichnet werden. LaTeX versucht die vertikale Größe einer Fließtext-Formel so gering wie möglich zu halten. Das folgende Beispiel soll dies verdeutlichen:
 Hier eine `\Formel\`:

```
\int_0^5 x
Und hier eine $Formel$:
\int_0^5 x
```

LaTeX-Satz

Die Größe von mathematischen Formeln werden von LaTeX automatisch ermittelt und die Formeln skaliert. Das Ergebnis dabei ist fast immer perfekt. Manchmal kann es allerdings notwendig sein, in die Skalierung einzugreifen. Dies ist z.B. bei Klammern manchmal notwendig:

$$t = \ln\left(\frac{U_C(0)-U_0}{U_0}\right) \cdot RC$$

$$t = \ln\left(\frac{U_C(0)-U_0}{U_0}\right) \cdot RC$$

Bei der oberen Formel wurde darauf verzichtet, die beiden Klammern an dem Bruch auszurichten. Die Skalierung der Klammern kann erreicht werden, indem man die Klammer mit `\left(` (und `\right)`) auszeichnet (wie bei der unteren Formel).

Kursiv-Formatierung in Formeln

Variablen werden in Formeln grundsätzlich kursiv dargestellt. Da dies bei speziellen Abkürzungen von Funktionen (wie z.B. `ln` bei der obigen Formel) meist nicht erwünscht ist, können solche Abkürzungen mit einem Backslash von der Kursiv-Formatierung ausgenommen werden. Bei welchen (gebräuchlicheren) Funktionen dies möglich ist, sehen Sie hier:

Funktionsnamen, die nicht kursiv dargestellt werden

```
\arccos
\arcsin
\arctan
\arg
\cos
\cosh
\cot
\coth
\deg
\det
\dim
\exp
\gcd
\hom
\inf
\ker
\lg
\lim
\liminf
\limsup
\ln
\log
\max
\min
\Pr
\sec
\sin
\sinh
\sup
\tan
\tanh
```

Text in Formeln

Für den Fall, dass Text in Formeln dargestellt werden soll, muss dieser mit

```
\mbox{Text in Formel}
```

gekennzeichnet werden. Da der Text ohne Zwischenräume in die Formel eingebunden wird, sollte man hier manuell die Zwischenräume mit

```
\ \mbox{Text in Formel} \
```

festlegen.

$$U_C(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ mit } \tau = R \cdot C$$

$$U_C(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ mit } \tau = R \cdot C$$

Bei der oberen Formel wurde das Wort "mit" nicht mit `\mbox{mit}` von der Kursivformatierung ausgenommen. Bei der unteren Formel wurde zusätzlich noch jeweils ein (zugegeben zu kleines) Leerzeichen vor und nach `\mbox{mit}` eingefügt.

Benannte Formeln in LaTeX

Formeln werden in LaTeX durch Anweisungen konstruiert, so dass für eine Vielzahl von Formeln eigene Anweisungen existieren. Die Anweisungen für eine Formel wird meistens durch naheliegende Befehle realisiert. So wird z.B. eine Integral von 0 bis 5 der Funktion x durch folgenden Befehl umgesetzt:

```
/[ \int_{0}^{5} x /]
```

Selbstverständlich lassen sich Formeln in LaTeX beliebig schachteln. Statt der Funktion "x" hätten Sie also auch ein weiteres Integral verwenden können.

Benannte Funktionen in LaTeX

<code>x^{y}</code>	x^y
<code>x_{y}</code>	x_y
<code>\frac{x}{y}</code>	$\frac{x}{y}$
<code>\sqrt{x}</code>	\sqrt{x}
<code>\sqrt[y]{x}</code>	$\sqrt[y]{x}$
<code>\int_{0}^{5} x</code>	$\int_0^5 x$
<code>\sum_{y=0}^{x} x</code>	$\sum_{y=0}^x x$
<code>\prod_{x}^{y} x</code>	$\prod_x^y x$
<code>\oint_{0}^{5} x</code>	$\oint_0^5 x$
<code>\coprod_{x}^{y} x</code>	$\coprod_x^y x$
<code>\bigcap_{x}^{y} x</code>	$\bigcap_x^y x$
<code>\bigcup_{x}^{y} x</code>	$\bigcup_x^y x$
<code>\bigsqcup_{x}^{y} x</code>	$\bigsqcup_x^y x$
<code>\bigvee_{x}^{y} x</code>	$\bigvee_x^y x$
<code>\bigwedge_{x}^{y} x</code>	$\bigwedge_x^y x$
<code>\bigodot_{x}^{y} x</code>	$\bigodot_x^y x$
<code>\bigotimes_{x}^{y} x</code>	$\bigotimes_x^y x$
<code>\bigoplus_{x}^{y} x</code>	$\bigoplus_x^y x$
<code>\biguplus_{x}^{y} x</code>	$\biguplus_x^y x$

Die letzteren der hier dargestellten Symbole sind wohl eher ungewöhnlich. Aber vielleicht braucht man sie ja mal...

Abstände zwischen Formeln

LaTeX geht mit Abständen teilweise recht sparsam um, so dass es manchmal notwendig ist, manuell einen Zwischenraum zwischen zwei Zeichen zu erzeugen:

```
\quad Fügt einen Zwischenraum in der Größe eines Gedankenstriches ein.
\qquad Fügt einen Zwischenraum in der Größe von zwei Gedankenstrichen ein.
\hspace{Abstand} Fügt einen Abstand ein.
```

Bei

```
hspace{Abstand}
```

besteht das Argument "Abstand" aus einer Zahlenangabe und einer Maßeinheit. Gültige Maßeinheiten sind: *mm* (Millimeter), *cm* (Zentimeter), *pt* (Punkt) und *em* (Größe eines Gedankenstrichs).

Abstände in Formeln

Um Abstände in Formeln zu benutzen, können Sie zwar auch die oben erwähnten Anweisungen benutzen, aber diese sind in den meisten Fällen deutlich zu groß. Stattdessen können Sie Abstände innerhalb von Formeln folgendermaßen erreichen:

```
\, Kleiner Abstand \sin(x y) \ \sin(x \ , y)
\; Mittlerer Abstand \sin(x y) \ \sin(x \ ; y)
\; Großer Abstand \sin(x y) \ \sin(x \ ; y)
```

Mathematische Akzente

Akzente können nicht nur im mathematischen Modus benutzt werden.
 Bei `\hat` und `\widehat` ist es durch eine Voranstellung von `wide m` möglich, den jeweiligen Akzent auf mehrere Variablen zu beziehen. Es stehen Ihnen insgesamt folgende Akzente zur Auswahl:

<code>\hat{x}</code>	\hat{x}
<code>\widehat{xyz}</code>	\widehat{xyz}
<code>\check{x}</code>	\check{x}
<code>\tilde{x}</code>	\tilde{x}
<code>\widetilde{xyz}</code>	\widetilde{xyz}
<code>\acute{x}</code>	\acute{x}
<code>\grave{x}</code>	\grave{x}
<code>\dot{x}</code>	\dot{x}
<code>\ddot{x}</code>	\ddot{x}
<code>\breve{x}</code>	\breve{x}
<code>\bar{x}</code>	\bar{x}
<code>\vec{x}</code>	\vec{x}
<code>x'</code>	x'
<code>x''</code>	x''
<code>x'''</code>	x'''

Zum Abschluss vielleicht noch ein paar Beispielformeln:

$$t - t_0 = \sqrt{\frac{l}{g}} \int_0^\varphi \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi}} = \sqrt{\frac{l}{g}} F(k, \varphi)$$

```
t-t_0=\sqrt{\frac{l}{g}}\int_0^{\varphi}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2(\psi)}}=\sqrt{\frac{l}{g}}F(k,\varphi)
```

$$u(x, t) = 8 \frac{k_1^2 e^{\alpha_1} + k_2^2 e^{\alpha_2} + (k_1 - k_2)^2 e^{(\alpha_1 + \alpha_2)} \left[2 + \frac{1}{(k_1 + k_2)^2} (k_1^2 e^{\alpha_1} + k_2^2 e^{\alpha_2}) \right]}{\left[1 + e^{\alpha_1} + e^{\alpha_2} + \left(\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \right)^2 e^{(\alpha_1 + \alpha_2)} \right]^2}$$

```
u(x,t)=8\frac{k_1^2e^{\alpha_1}+k_2^2e^{\alpha_2}+(k_1-k_2)^2e^{\alpha_1+\alpha_2}\left[2+\frac{1}{(k_1+k_2)^2}(k_1^2e^{\alpha_1}+k_2^2e^{\alpha_2})\right]}{\left[1+e^{\alpha_1}+e^{\alpha_2}+\left(\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}\right)^2e^{\alpha_1+\alpha_2}\right]^2}
```

Für diejenigen, die interessiert:

Die erste Formel beschreibt ein elliptisches Integral 1. Gattung zur Berechnung der Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels.
 Die zweite Formel beschreibt asymptotisch zwei wechselwirkende Solitonen mit zwei Geschwindigkeiten, die nach einem Wechselwirkungsprozess wieder asymptotisch zu zwei nichtwechselwirkenden Solitonen mit denselben Geschwindigkeiten übergehen. Eigentlich trivial, oder?

Wer sich näher damit beschäftigen möchte, sollte im Bronstein auf Seite 546 nachschauen...