

ZfS-Kurs „ $\text{\LaTeX}$ - Der Mathematikmodus“

Karin Halupczok

Email: Karin.Halupczok@math.uni-freiburg.de

WiSe 2009/2010

Der Mathematikmodus

<http://home.mathematik.uni-freiburg.de/halupczok/latex2.html>

Mathematikformeln einsetzen

Mit dem Symbol \$ wird eine Mathematikformel umschlossen und in die aktuelle Textzeile eingesetzt, Bsp.: $2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1)$ wird erzeugt durch `$2\sum_{k=1}^n k = n(n+1)$`

Mathematikformeln einsetzen

Mit dem Symbol `$` wird eine Mathematikformel umschlossen und in die aktuelle Textzeile eingesetzt, Bsp.: $2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1)$ wird erzeugt durch `$2\sum_{k=1}^n k = n(n+1)$`

Mit der Umgebung `\[ ... \]` (auch möglich mit `$$ ... $$`) wird die Formel abgesetzt, Bsp.:

$$2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1)$$

wird erzeugt durch

```
\[
  2\sum_{k=1}^n k = n(n+1)
\]
```

Mathematikformeln einsetzen

Mit dem Symbol `$` wird eine Mathematikformel umschlossen und in die aktuelle Textzeile eingesetzt, Bsp.: $2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1)$ wird erzeugt durch `$2\sum_{k=1}^n k = n(n+1)$`

Mit der Umgebung `\[ ... \]` (auch möglich mit `$$ ... $$`) wird die Formel abgesetzt, Bsp.:

$$2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1)$$

wird erzeugt durch

```
\[
  2\sum_{k=1}^n k = n(n+1)
\]
```

Abstände in Formeln (falls nötig): `\!`, `\,`, `\:`, `\;`, `\enspace`, `\quad`, `\qquad`

Große Symbole

Das Summen-Symbol $\sum$ wird durch `\sum` erzeugt,
das Produkt-Symbol $\prod$ durch `\prod`,
ein Integral-Symbol $\int$ durch `\int`,
die Indizierung erfolgt so wie im vorigen Beispiel.

Große Symbole

Das Summen-Symbol $\sum$ wird durch `\sum` erzeugt,
das Produkt-Symbol $\prod$ durch `\prod`,
ein Integral-Symbol $\int$ durch `\int`,
die Indizierung erfolgt so wie im vorigen Beispiel.

Ansonsten erzeugt `_ {}` einen Index, und `^ {}` einen Exponenten.

Große Symbole

Das Summen-Symbol $\sum$ wird durch `\sum` erzeugt,
das Produkt-Symbol $\prod$ durch `\prod`,
ein Integral-Symbol $\int$ durch `\int`,
die Indizierung erfolgt so wie im vorigen Beispiel.

Ansonsten erzeugt `_ {}` einen Index, und `^ {}` einen Exponenten.

Für mehrzeilige Indizes nimmt man `\substack`:

$$\sum_{\substack{p \leq N \\ a|p}} N_p$$

wird erzeugt durch

`\[ \sum_{\substack{p \leq N \\ a|p}} N_{p} \]`.

Große Symbole

Das Summen-Symbol $\sum$ wird durch `\sum` erzeugt,
das Produkt-Symbol $\prod$ durch `\prod`,
ein Integral-Symbol $\int$ durch `\int`,
die Indizierung erfolgt so wie im vorigen Beispiel.

Ansonsten erzeugt `_ {}` einen Index, und `^ {}` einen Exponenten.

Für mehrzeilige Indizes nimmt man `\substack`:

$$\sum_{\substack{p \leq N \\ a|p}} N_p$$

wird erzeugt durch

`\[ \sum_{\substack{p \leq N \\ a|p}} N_{\{p\}} \]`.

Wurzel-Konstrukte entstehen mit `\sqrt`, z.B. $\sqrt{n}$ durch `\sqrt{n}`
oder $\sqrt[3]{n}$ durch `\sqrt[3]{n}`.

Mathematische Symbole

Viele viele weitere Symbole werden einfach per Befehl gesetzt, z. B.:

$\geq$ <code>\geq</code>	$\leq$ <code>\leq</code>	$\in$ <code>\in</code>	$\ni$ <code>\ni</code>
$\subseteq$ <code>\subseteq</code>	$\supseteq$ <code>\supseteq</code>	$\ll$ <code>\ll</code>	$\gg$ <code>\gg</code>
$\equiv$ <code>\equiv</code>	$\approx$ <code>\approx</code>	$\sim$ <code>\sim</code>	$\cong$ <code>\cong</code>
$\rightarrow$ <code>\to</code>	$\mapsto$ <code>\mapsto</code>	$\Rightarrow$ <code>\Rightarrow</code>	$\Leftarrow$ <code>\Leftarrow</code>

Mathematische Symbole

Viele viele weitere Symbole werden einfach per Befehl gesetzt, z. B.:

$\geq$ <code>\geq</code>	$\leq$ <code>\leq</code>	$\in$ <code>\in</code>	$\ni$ <code>\ni</code>
$\subseteq$ <code>\subseteq</code>	$\supseteq$ <code>\supseteq</code>	$\ll$ <code>\ll</code>	$\gg$ <code>\gg</code>
$\equiv$ <code>\equiv</code>	$\approx$ <code>\approx</code>	$\sim$ <code>\sim</code>	$\cong$ <code>\cong</code>
$\rightarrow$ <code>\to</code>	$\mapsto$ <code>\mapsto</code>	$\Rightarrow$ <code>\Rightarrow</code>	$\Leftarrow$ <code>\Leftarrow</code>

Viele dieser Symbole sind nur im Zusammenhang mit den Paketen `amsmath` und `amssymb` verfügbar. Diese sollte man unbedingt mitladen, wenn man viel mit dem Mathematikmodus arbeitet.

Mathematische Symbole

Viele viele weitere Symbole werden einfach per Befehl gesetzt, z. B.:

$\geq$ <code>\geq</code>	$\leq$ <code>\leq</code>	$\in$ <code>\in</code>	$\ni$ <code>\ni</code>
$\subseteq$ <code>\subseteq</code>	$\supseteq$ <code>\supseteq</code>	$\ll$ <code>\ll</code>	$\gg$ <code>\gg</code>
$\equiv$ <code>\equiv</code>	$\approx$ <code>\approx</code>	$\sim$ <code>\sim</code>	$\cong$ <code>\cong</code>
$\rightarrow$ <code>\rightarrow</code>	$\mapsto$ <code>\mapsto</code>	$\Rightarrow$ <code>\Rightarrow</code>	$\Leftarrow$ <code>\Leftarrow</code>

Viele dieser Symbole sind nur im Zusammenhang mit den Paketen `amsmath` und `amssymb` verfügbar. Diese sollte man unbedingt mitladen, wenn man viel mit dem Mathematikmodus arbeitet.

Auch griechische Buchstaben werden „mit Namen“ angesprochen, z. B. α `\alpha`, β `\beta`, γ `\gamma`, Γ `\Gamma`, δ `\delta` usw.
Das Zeichen für's partielle Ableiten: ∂ `\partial`

Mathematische Symbole

Viele viele weitere Symbole werden einfach per Befehl gesetzt, z. B.:

$\geq$ <code>\geq</code>	$\leq$ <code>\leq</code>	$\in$ <code>\in</code>	$\ni$ <code>\ni</code>
$\subseteq$ <code>\subseteq</code>	$\supseteq$ <code>\supseteq</code>	$\ll$ <code>\ll</code>	$\gg$ <code>\gg</code>
$\equiv$ <code>\equiv</code>	$\approx$ <code>\approx</code>	$\sim$ <code>\sim</code>	$\cong$ <code>\cong</code>
$\rightarrow$ <code>\rightarrow</code>	$\mapsto$ <code>\mapsto</code>	$\Rightarrow$ <code>\Rightarrow</code>	$\Leftarrow$ <code>\Leftarrow</code>

Viele dieser Symbole sind nur im Zusammenhang mit den Paketen `amsmath` und `amssymb` verfügbar. Diese sollte man unbedingt mitladen, wenn man viel mit dem Mathematikmodus arbeitet.

Auch griechische Buchstaben werden „mit Namen“ angesprochen, z. B. α `\alpha`, β `\beta`, γ `\gamma`, Γ `\Gamma`, δ `\delta` usw.
Das Zeichen für's partielle Ableiten: ∂ `\partial`

Liste mathematischer Symbole (ab S. 20): www.ctan.org/tex-archive/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf

Operatormamen

Hin und wieder muß man Operatormamen selbst definieren, z. B. `grad` für einen Grad, etwa den eines Polynoms p . Dies geht mit `$\backslashoperatorname{grad}$` p und ergibt $\operatorname{grad} p$.

Operatornamen

Hin und wieder muß man Operatornamen selbst definieren, z. B. `grad` für einen Grad, etwa den eines Polynoms p . Dies geht mit `$\backslash\operatornamename{grad}$` p und ergibt $\operatornamename{grad} p$.

Damit man auch einfach `$\backslash\grad$` p schreiben kann, macht man in der Präambel die folgende Definition:

```
 $\backslash\newcommand{\backslash\grad}{\backslash\operatornamename{grad}}$ 
```

Operatornamen

Hin und wieder muß man Operatornamen selbst definieren, z. B. grad für einen Grad, etwa den eines Polynoms p . Dies geht mit `\operatorname{grad}` p und ergibt $\operatorname{grad} p$.

Damit man auch einfach `\grad` p schreiben kann, macht man in der Präambel die folgende Definition:

```
\newcommand{\grad}{\operatorname{grad}}
```

Um für die reellen Zahlen $\mathbb{R}$ einfach `\R` schreiben zu können, definiert man in der Präambel den Befehl

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

Mit den anderen Zahlbereichen geht das natürlich genauso.

Operatormamen

Hin und wieder muß man Operatormamen selbst definieren, z. B. grad für einen Grad, etwa den eines Polynoms p . Dies geht mit `\operatorname{grad}` p und ergibt $\operatorname{grad} p$.

Damit man auch einfach `\grad` p schreiben kann, macht man in der Präambel die folgende Definition:

```
\newcommand{\grad}{\operatorname{grad}}
```

Um für die reellen Zahlen $\mathbb{R}$ einfach `\R` schreiben zu können, definiert man in der Präambel den Befehl

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

Mit den anderen Zahlbereichen geht das natürlich genauso.

Für Fettdruck und Kalligraphie-Buchstaben im Mathemodus nimmt man `\mathbf` und `\mathcal`.

Formelteile hervorheben

Unterstreichug: `\underline{Text oder Formel}` ergibt
Text oder Formel, auch im Textmodus

Formelteile hervorheben

Unterstreichung: `\underline{Text oder Formel}` ergibt Text oder Formel, auch im Textmodus

Überstreichung: `\overline{}`, für komplex Konjugiertes, z. B.
`$\overline{f(x)}+g(x)$` ergibt $\overline{f(x)} + g(x)$.

Formelteile hervorheben

Unterstreichug: `\underline{Text oder Formel}` ergibt Text oder Formel, auch im Textmodus

Überstreichug: `\overline{}`, für komplex Konjugiertes, z. B.
`$\overline{f(x)}+g(x)$` ergibt $\overline{f(x)} + g(x)$.

Unterschreibung: `\underset{}`, z. B. `$f(x)\underset{(1)}{\leq}g(x)$` erzeugt $f(x) \underset{(1)}{\leq} g(x)$

Ebenso läßt sich `\overset{}` für Überschreibung verwenden.

Formelteile hervorheben

Unterstreichug: `\underline{Text oder Formel}` ergibt Text oder Formel, auch im Textmodus

Überstreichug: `\overline{}`, für komplex Konjugiertes, z. B.
`$\overline{f(x)}+g(x)$` ergibt $\overline{f(x)} + g(x)$.

Unterschreibung: `\underset{}`, z. B. `$f(x)\underset{(1)}{\leq}g(x)$` erzeugt $f(x) \underset{(1)}{\leq} g(x)$

Ebenso läßt sich `\overset{}` für Überschreibung verwenden.

Unterklammerung: `\underbrace{}`, z. B.
`$\underbrace{f(x)}+g(x)$` erzeugt $\underbrace{f(x)} + g(x)$.

Etwas unter die Klammer setzt man mit `\underbrace{Formel}_{drunter}`.

Ebenso erzeugt `\overbrace{}` eine Überklammerung.

Fallunterscheidungskonstrukte

Die cases-Umgebung erzeugt eine Fallunterscheidung, z. B.

$$f(m) = \begin{cases} g(m), & \text{falls } m \text{ gerade,} \\ h(m), & \text{falls } m \text{ ungerade.} \end{cases}$$

Fallunterscheidungskonstrukte

Die cases-Umgebung erzeugt eine Fallunterscheidung, z. B.

$$f(m) = \begin{cases} g(m), & \text{falls } m \text{ gerade,} \\ h(m), & \text{falls } m \text{ ungerade.} \end{cases}$$

wird erzeugt durch

```
\[  
  f(m) =  
  \begin{cases}  
    g(m), & \text{\text{falls } m \text{ gerade}, } \\  
    h(m), & \text{\text{falls } m \text{ ungerade.}} \\  
  \end{cases}  
\]
```

Fallunterscheidungskonstrukte

Die cases-Umgebung erzeugt eine Fallunterscheidung, z. B.

$$f(m) = \begin{cases} g(m), & \text{falls } m \text{ gerade,} \\ h(m), & \text{falls } m \text{ ungerade.} \end{cases}$$

wird erzeugt durch

```
\[
  f(m) =
  \begin{cases}
    g(m), & \& \text{\text{falls } m \text{\text{ gerade}}, \\
    h(m), & \& \text{\text{falls } m \text{\text{ ungerade.}}
  \end{cases}
\]
```

Mit `\text{}` lässt sich Text in einer Formel einfügen. $\LaTeX$ achtet dabei auf Leerzeichen.

Klammern

Klammern in verschiedenen Größen: $()$, $()$, $()$, $()$, $()$

Klammern

Klammern in verschiedenen Größen: $()$, $()$, $()$, $()$, $()$

diese werden erzeugt von

`$(),\bigl(\bigr),\Bigl(\Bigr),\biggl(\biggr),\Biggl(\Biggr)`, automatische Größe mit `\left` und `\right`:

Z. B.: `\left(` für eine linke Klammer mit automatisch richtiger Größe (aber nicht immer schön!).

Klammern

Klammern in verschiedenen Größen: $()$, $()$, $()$, $()$, $()$

diese werden erzeugt von

`$()`, `\bigl(\bigr)`, `\Bigl(Bigr)`, `\biggl(\biggr)`, `\Biggl(Biggr)`, automatische Größe mit `\left` und `\right`:

Z. B.: `\left(` für eine linke Klammer mit automatisch richtiger Größe (aber nicht immer schön!).

Weitere Klammern sind `\{ }` (werden erzeugt von `\{\}`) sowie die Norm-Symbole `|` (mit `|`) und `||` (mit `|`), die mit den `\big...`- und `\Big...`-Befehlen wie mit `()` verwendet werden können.

Klammersymbole und Matrizen

Brüche werden mit `\frac` erzeugt, also z. B. $\frac{1}{2}$ durch `$$\frac{1}{2}$$`.

Klammersymbole und Matrizen

Brüche werden mit `\frac` erzeugt, also z. B. $\frac{1}{2}$ durch `$$\frac{1}{2}$$`.

Binomialkoeffizienten werden mit `\binom` erzeugt, also z. B. $\binom{n}{k}$ durch `$$\binom{n}{k}$$`.

Klammersymbole und Matrizen

Brüche werden mit `\frac` erzeugt, also z. B. $\frac{1}{2}$ durch `$$\frac{1}{2}$$`.

Binomialkoeffizienten werden mit `\binom` erzeugt, also z. B. $\binom{n}{k}$ durch `$$\binom{n}{k}$$`.

Eine Matrix mit runden Klammern erzeugt man mit dem Befehl `\pmatrix` so:

`\[ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & i \end{pmatrix} \]`

erzeugt die Matrix

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & i \end{pmatrix}$$

Klammersymbole und Matrizen

Brüche werden mit `\frac` erzeugt, also z. B. $\frac{1}{2}$ durch `$$\frac{1}{2}$$`.

Binomialkoeffizienten werden mit `\binom` erzeugt, also z. B. $\binom{n}{k}$ durch `$$\binom{n}{k}$$`.

Eine Matrix mit runden Klammern erzeugt man mit dem Befehl `\pmatrix` so:

`\[ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & i \end{pmatrix} \]`

erzeugt die Matrix

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & i \end{pmatrix}$$

Weitere Matrix-Umgebungen mit anderen Begrenzungen (d. h. nichtrunde Klammern) sind `matrix`, `bmatrix`, `vmatrix`, `Vmatrix`

Formelumgebungen

Das Paket `amsmath` stellt eine Menge verschiedener Formelumgebungen zur Verfügung.

Formelumgebungen

Das Paket `amsmath` stellt eine Menge verschiedener Formelumgebungen zur Verfügung.

Eine davon ist die Umgebung `equation`, sie setzt eine abgesetzte Formel, genauso wie `\[ \]`. Sie wird jedoch automatisch numeriert, es sei denn, man verwendet die Umgebung `equation*`, welche die Numerierung unterdrückt.

Formelumgebungen

Das Paket `amsmath` stellt eine Menge verschiedener Formelumgebungen zur Verfügung.

Eine davon ist die Umgebung `equation`, sie setzt eine abgesetzte Formel, genauso wie `\[ \]`. Sie wird jedoch automatisch numeriert, es sei denn, man verwendet die Umgebung `equation*`, welche die Numerierung unterdrückt.

Mit der `gather`-Umgebung kann man mehrzeilige Formeln ohne Ausrichtung zueinander setzen:

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= c^2 \\ a, b, c &\neq 0 \end{aligned}$$

Formelumgebungen

Das Paket `amsmath` stellt eine Menge verschiedener Formelumgebungen zur Verfügung.

Eine davon ist die Umgebung `equation`, sie setzt eine abgesetzte Formel, genauso wie `\[ \]`. Sie wird jedoch automatisch numeriert, es sei denn, man verwendet die Umgebung `equation*`, welche die Numerierung unterdrückt.

Mit der `gather`-Umgebung kann man mehrzeilige Formeln ohne Ausrichtung zueinander setzen:

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= c^2 \\ a, b, c &\neq 0 \end{aligned}$$

wird erzeugt von

```
\begin{gather*}
  a^2+b^2=c^2\\
  a,b,c\neq 0
\end{gather*}
```

Formelumgebungen: align und alignat

Eine weitere wichtige Umgebung ist `align`. Diese richtet mehrzeilige Formeln an einem Symbol untereinander aus, das mit `&` markiert wird. Das können pro Zeile auch mehrere sein. Die `*`-Variante unterdrückt die Formelnummerierung. Bsp.:

Formelumgebungen: align und alignat

Eine weitere wichtige Umgebung ist `align`. Diese richtet mehrzeilige Formeln an einem Symbol untereinander aus, das mit `&` markiert wird. Das können pro Zeile auch mehrere sein.

Die `*`-Variante unterdrückt die Formelnummerierung. Bsp.:

$a^2 + b^2 = c^2$		<code>\begin{align*}</code>
		<code>a^{2}+b^{2} \&= c^{2} \\\</code>
$x^3 + y^3 = z^3$	$(*)$	<code>x^{3}+y^{3} \&= z^{3} \tag{*}</code>
		<code>\end{align*}</code>

Formelumgebungen: align und alignat

Eine weitere wichtige Umgebung ist `align`. Diese richtet mehrzeilige Formeln an einem Symbol untereinander aus, das mit `&` markiert wird. Das können pro Zeile auch mehrere sein.

Die `*`-Variante unterdrückt die Formelnummerierung. Bsp.:

$a^2 + b^2 = c^2$		<code>\begin{align*}</code>
		<code>a^{2}+b^{2} \&= c^{2} \\\</code>
$x^3 + y^3 = z^3$	$(*)$	<code>x^{3}+y^{3} \&= z^{3} \tag{*}</code>
		<code>\end{align*}</code>

Die Umgebung `alignat` richtet an mehreren Stellen aus, die mit dem Zeichen `&` markiert werden. Dann muß die Anzahl dieser Ausrichtungszeichen in jeder Zeile gleich sein.

Formelumgebungen: align und alignat

Eine weitere wichtige Umgebung ist `align`. Diese richtet mehrzeilige Formeln an einem Symbol untereinander aus, das mit `&` markiert wird. Das können pro Zeile auch mehrere sein.

Die `*`-Variante unterdrückt die Formelnumerierung. Bsp.:

$a^2 + b^2 = c^2$		<code>\begin{align*}</code>
		<code>a^{2}+b^{2} &= c^{2} \\</code>
$x^3 + y^3 = z^3$	$(*)$	<code>x^{3}+y^{3} &= z^{3} \tag{*}</code>
		<code>\end{align*}</code>

Die Umgebung `alignat` richtet an mehreren Stellen aus, die mit dem Zeichen `&` markiert werden. Dann muß die Anzahl dieser Ausrichtungszeichen in jeder Zeile gleich sein.

Soll in einer `*`-Umgebung ohne Numerierung doch ein Numerierungssymbol hinein, geht das wie hier mit `\tag{}` am Ende der gewünschten Formelzeile.

Abstände und Theoreme

In einer `align(at)`- oder `gather`-Umgebung erzeugt `\\[1cm]` anstatt `\\` einen Abstand von 1cm zwischen den Zeilen der Formel.

Abstände und Theoreme

In einer `align(at)`- oder `gather`-Umgebung erzeugt `\\[1cm]` anstatt `\\` einen Abstand von 1cm zwischen den Zeilen der Formel.

Ferner stellt das Paket `amsthm` eine Fülle an Theorem-, Satz- und Lemma-Umgebungen zur Verfügung, die man sich selbst auch umdefinieren kann.

Abstände und Theoreme

In einer `align(at)`- oder `gather`-Umgebung erzeugt `\\[1cm]` anstatt `\\` einen Abstand von 1cm zwischen den Zeilen der Formel.

Ferner stellt das Paket `amsthm` eine Fülle an Theorem-, Satz- und Lemma-Umgebungen zur Verfügung, die man sich selbst auch umdefinieren kann.

Anwendungsbeispiel:

Theorem

The real function $f(x)$ is positive for large x .

wird erzeugt von

```
\begin{theorem}
  The real function  $f(x)$  is positive for large  $x$ .
\end{theorem}
```