

L^AT_EX-Kurs

Sommer 2016

Dirk Frettlöh
Folien nach Carsten Gnörlich

Technische Fakultät · Universität Bielefeld

Teil 6 17.5.2016



Wiederholung

- ▶ Grafiken in LaTeX einbinden
- ▶ Bilder als Vektorgraphiken erzeugen (Inkscape)
- ▶ Bitmaps umwandeln und zuschneiden (Gimp)

Was machen wir heute

Mathematische Formeln (Teil 1)

- ▶ Sonderzeichen und Symbole
- ▶ Brüche, Wurzeln, Summen, Integrale
- ▶ Vektoren, Matrizen

Schriftsatz von Formeln hat eigene Traditionen und Konventionen:

$$f(x)=\sin(x)$$

Textmodus

$$f(x) = \sin(x)$$

Mathematischer Modus

...und viele Sonderzeichen, Schreibweisen, Notationen,
Darstellungen...

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{oder} \quad A^T = \begin{pmatrix} 1 - \lambda & 2 \\ 2 & -1 - \lambda \end{pmatrix}$$

Dabei gibt es Formeln im Fließtext, etwa $f(x) = e^x$, oder aber abgesetzte Formeln:

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = e^x$$

Im Fließtext: mit `$` und `$` einfassen:

...etwa `$f(x)=e^x$`

Als abgesetzte Formel in einer Extrazeile: mit `\[` und `\]` einfassen:

`\[f: \mathbb{R} \to \mathbb{R} , \, f(x)=e^x \]`

Dabei gibt es Formeln im Fließtext, etwa $f(x) = e^x$, oder aber abgesetzte Formeln:

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = e^x$$

Im Fließtext: mit `$` und `$` einfassen:

...etwa `$f(x)=e^x$`

Als abgesetzte Formel in einer Extrazeile: mit `\[` und `\]` einfassen:

`\[f: \mathbb{R} \to \mathbb{R} , \, f(x)=e^x \]`

Oder mit Nummer: mit der `equation`-Umgebung:

```
\begin{equation}
f: \mathbb{R} \to \mathbb{R} , \, f(x)=e^x
\end{equation}
```

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = e^x \tag{1}$$

Mathematische Sonderzeichen

Spezielle Buchstaben: $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \mathbb{A}, \mathbb{B}, \mathbb{C}, \dots$

Symbole: $\forall, \exists, \leq, \not\leq, \otimes, \Rightarrow, \dots$

Mathematische Akzente: $a', \bar{a}, \check{a}, \vec{a}, \dots$

Kompliziertere (zusammengesetzte):

$$\sum_{n=1}^{\infty} \quad \sqrt[3]{n} \quad \int_0^1 h(x) dx \quad \left. \frac{x^3}{3} \right|_{x=0}^1$$

Griechische Buchstaben: als `\sigma`, `\Sigma` usw: σ, Σ .

Falls der griechische Buchstabe mit einem lateinischen übereinstimmt: kein eigenes Symbol.

Kein `\omicron`, `\Alpha`, denn: \circ A

Griechische Buchstaben: als \$ \sigma, \Sigma \$ usw: σ, Σ .

Falls der griechische Buchstabe mit einem lateinischen übereinstimmt: kein eigenes Symbol.

Kein \omikron, \Alpha, denn: o A

α	alpha	ϵ, ϵ	epsilon	κ	kappa	ξ	xi	τ	tau
β	beta	ζ	zeta	λ	lambda	π	pi	φ, ϕ	phi
γ	gamma	η	eta	μ	my	ρ, ϱ	rho	χ	chi
δ	delta	θ, ϑ	theta	ν	ny	σ	sigma	ψ	psi
								ω	omega
Γ	Gamma	Θ	Theta	Ξ	Xi	Σ	Sigma	Ψ	Psi
Δ	Delta	Λ	Lambda	Π	Pi	Φ	Phi	Ω	Omega
Υ	Upsilon								

Übung: Schreiben sie den Text:

Das A und Ω der griechischen Buchstaben.

bb Blackboard Bold

Vorab: Einige der hier gezeigten Dinge brauchen

```
\usepackage{amssymb}
```

bb Blackboard Bold

Vorab: Einige der hier gezeigten Dinge brauchen

```
\usepackage{amssymb}
```

Früher: **N, Z, Q, R** für natürliche, ganze, rationale, reelle Zahlen.

Heute: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} .

bb Blackboard Bold

Vorab: Einige der hier gezeigten Dinge brauchen

```
\usepackage{amssymb}
```

Früher: **N, Z, Q, R** für natürliche, ganze, rationale, reelle Zahlen.

Heute: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} . Geeignet für Tafeln (engl blackboard)

Erzeugen mit \mathbb{N} usw.

bb Blackboard Bold

Vorab: Einige der hier gezeigten Dinge brauchen

```
\usepackage{amssymb}
```

Früher: **N, Z, Q, R** für natürliche, ganze, rationale, reelle Zahlen.

Heute: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} . Geeignet für Tafeln (engl blackboard)

Erzeugen mit \mathbb{N} usw.

Analog:

- ▶ \mathcal{A} , \mathcal{B} , \mathcal{C} für $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}$
- ▶ \mathfrak{A} , \mathfrak{B} , \mathfrak{C} für $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}$

(cal: calligraphic = Schreibschrift, frak = Fraktur)

Symbole

Beispiele:

- ▶ `\forall` \forall
- ▶ `\exists` \exists
- ▶ `\le` \leq
- ▶ `\ge` \geq
- ▶ `\in` \in

Übung: Setzen Sie die Formel:

$$\forall x \in \mathbb{N} : \exists y \in \mathbb{N} : x \leq y + 1$$

Normaler Text in Formeln

Text: `\mbox{Text}`

Zwischenraum:

▶ `\,` `\:` `\;` `\quad` (von links nach rechts: breiter)

▶ Also Text mit Zwischenraum:

`\,` `\mbox{Text}` `\,` oder auch `\mbox{ Text }`

▶ negativer Zwischenraum: `\!`

Übung: Setzen Sie die Formel:

$$\forall x \in \mathbb{N} : \exists y \in \mathbb{N} \text{ mit } x \leq y + 1$$

Negieren von Symbolen

`\not\in`, `\not\ge`, `\not\exists`, usw.

Klappt oft (nicht immer, bzw sieht nicht immer perfekt aus)

Übung: Setzen Sie die Formeln:

$$x \neq y, \quad x \not\geq y, \quad x \notin \mathbb{Q}$$

Mathematische Akzente

<code>a'</code>	a'
<code>a''</code>	a''
<code>\bar{a}</code>	\bar{a}
<code>\tilde{a}</code>	\tilde{a}
<code>\vec{a}</code>	\vec{a}
<code>\hat{a}</code>	\hat{a} usw

Siehe "Comprehensive list of L^AT_EX symbols"
(dort z.B. Index → hat)

Übung: Setzen Sie die Formeln:

$$\tilde{x} = y' + \bar{z}$$

Mathematische Akzente

<code>a'</code>	a'
<code>a''</code>	a''
<code>\bar{a}</code>	\bar{a}
<code>\tilde{a}</code>	\tilde{a}
<code>\vec{a}</code>	\vec{a}
<code>\hat{a}</code>	\hat{a} usw

Siehe "Comprehensive list of L^AT_EX symbols"
(dort z.B. Index → hat)

Übung: Setzen Sie die Formeln:

$$\tilde{x} = y' + \bar{z}$$

Ein paar wenige gibt es auch als breite Version:

`\widetilde`, `\widehat`, `\overline`, `\overrightarrow`.

Z.B. $\overline{x + y + z}$, $\widetilde{f + g}$.

Variablen und Funktionsnamen

Konvention:

Variablen und eigene Funktionen: $f(x)$, a , B usw. kursiv (italic)

Zahlen und Festdefinierte Funktionen: \sin , \cos , mod usw. gerade

Übung: Setzen Sie die folgenden Formeln:

$$f(x) = 2a \sin(x) + 2b \cos(x), \quad a = 1 \text{ mod } 5$$

Hoch- und Tiefstellungen

Beispiele:

$$\begin{array}{ll} x^2 & x^2 \\ x^{\{4n\}} & x^{4n} \\ x_i & x_i \\ x_{\{i,j\}} & x_{i,j} \\ x^{n_i} & x_i^n \end{array}$$

Setzen Sie die folgenden Formeln:

$$x_{i,k} = x_{k,i}^{2k+7}, \quad x^{2^k}$$

Brüche

$\frac{\text{Zähler}}{\text{Nenner}}$

Übung: Setzen Sie die folgende Formel:

$$\frac{2}{x+y} + \frac{\frac{a}{x+y} + \frac{b}{x-y}}{5 + \frac{a+b}{a-b}}$$

Brüche

$$\frac{\text{Zähler}}{\text{Nenner}}$$

Übung: Setzen Sie die folgende Formel:

$$\frac{2}{x+y} + \frac{\frac{a}{x+y} + \frac{b}{x-y}}{5 + \frac{a+b}{a-b}}$$

Wurzeln:

$$\sqrt[\text{Basis}]{\text{Ausdruck}}$$

$$\begin{array}{ll} \sqrt{x} & \sqrt{x} \\ \sqrt[3]{a+b} & \sqrt[3]{a+b} \end{array}$$

Setzen die folgenden Formel:

$$\sqrt[n]{5 + \frac{1}{a-b}} + \sqrt{1 + \sqrt{a+b}}$$

Summen und Produkte

Im Fließtext: $\sum_{i=0}^n x_i$

$$\sum_{i=0}^n x_i$$

Abgesetzt: $\left[\sum_{i=0}^n x_i \right]$

$$\sum_{i=0}^n x_i$$

Weitere Operatoren: \prod , \bigcap , \bigvee , usw.

Setzen Sie diese Formeln:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \prod_{i=1}^{n-1} \frac{1}{1 - p_i}$$

Fortsetzungspunkte

a_1, \dots, a_n a_1, \dots, a_n "low dots"
 $1+2+\dots+n$ $1+2+\dots+n$ "center dots"

Setzen die folgenden Formeln:

$$\forall a \in \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$$

(Tipp: $\backslash\{$ für $\{$, $\backslash\cdots$ für \cdot)

Integrale

Integrale analog zu Summen:

$\int_a^b f(x) dx$ liefert $\int_a^b f(x) dx$

Setzen Sie die folgende Formel:

$$\int_a^b f(g(x)) dx = \int_{g^{-1}(a)}^{g^{-1}(b)} f(z) dz$$

Mathematische Klammern

Beim Klammern sollte die Größe stimmen:

$$\left(\frac{x}{2} + y\right)$$

sieht nicht gut aus. Daher:

`\left(beliebige Formel \right)` (beliebige Formel)

`\left[beliebige Formel \right]` [beliebige Formel]

`\left\{ beliebige Formel \right\}` {beliebige Formel}

`\left| beliebige Formel \right|` |beliebige Formel|

(und noch ein paar wenige)

Setzen Sie die folgende Formel:

$$\left(\frac{1}{2} + x\right) + (a + 2(x^2 - y^2))$$

Klammern

Dennoch macht \LaTeX Klammern manchmal zu groß:

$$\left(\sum_i a_i \left| \sum_j x_{ij} \right|^p \right)^{1/p}, \text{ schöner so: } \left(\sum_i a_i \left| \sum_j x_{ij} \right|^p \right)^{1/p}$$

Oder aber kleiner, als man möchte:

$$((a_1 b_1) - (a_2 b_2)) ((a_2 b_1) + (a_1 b_2))$$

$$\text{deutlicher so: } ((a_1 b_1) - (a_2 b_2)) ((a_2 b_1) + (a_1 b_2))$$

Klammern

Dann kann die Größe auch fest gewählt werden:

$$\left(\frac{a}{b} \right) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$\bigg(\frac{a}{b} \bigg) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$\Big(\frac{a}{b} \Big) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$\bigg(\frac{a}{b} \bigg) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$\Big(\frac{a}{b} \Big) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

Felder (arrays)

Analog zu Tabellen, aber im mathematischen Modus:

```
\begin{array}{ccc}  
a & b & c \\  
d & e & f \\  
\end{array}
```

$$\begin{array}{ccc} a & b & c \\ d & e & f \end{array}$$

Übung: Setzen Sie das folgende Feld:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{array}$$

Matrizen

Klammern und Felder ergeben Matrizen!

`\left(\begin{array} ... \end{array} \right)`

Übung: Erzeugen Sie aus der letzten Aufgabe eine Matrix!

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

Übung: Vektoren sind Matrizen mit nur eine Spalte. Erzeugen Sie

$$\vec{v} + \vec{w} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Matrizen

Andere Möglichkeiten:

```
\begin{pmatrix}
a & b & c \\
d & e & f \\
\end{pmatrix}
```

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix}$$

Es gibt:

`pmatrix (...)`, `bmatrix [...]`, `Bmatrix {...}`, `vmatrix |...|`, `Vmatrix || ... ||`.

Matrizen

Im Fließtext sieht eine Matrix $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ recht groß aus. Dafür gibt es die `smallmatrix`-Umgebung:

```
\big( \begin{smallmatrix}
a&b \\c&d
\end{smallmatrix} \big)
```

Damit sieht eine Matrix im Fließtext $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ harmonischer aus.

Matrizen

Im Fließtext sieht eine Matrix $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ recht groß aus. Dafür gibt es die `smallmatrix`-Umgebung:

```
\big( \begin{smallmatrix}
a&b \\c&d
\end{smallmatrix} \big)
```

Damit sieht eine Matrix im Fließtext $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ harmonischer aus.

Klammern müssen hier mit `\big(` und `\big)` erzeugt werden. (Nicht mit `\left(... \right)`, das wird zu groß)

Fallunterscheidungen

`\left(` und `\right)` müssen paarweise auftreten.

Unterschiedliche Klammern (] sind möglich.

`\left.` und `\right.` erzeugen unsichtbare Klammern.

Übung: Setzen Sie diese Fallunterscheidung:

$$f(x) = \begin{cases} -x, & \text{falls } x < 0 \\ x, & \text{falls } x \geq 0 \end{cases}$$

Matrizen mit Auslassungen

Weitere Formen von Punkten:

Neben \cdots auch \vdots und \ddots .

("vertical dots", "diagonal dots")

Übung: Setzen Sie damit die folgende Matrix:

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & \cdots & a_{m,n} \end{pmatrix}$$

Ende der heutigen Vorlesung

Vielen Dank fürs Zuhören!

Bis nächste Woche!