

Computermathematik

Einführung in LaTeX, Teil 2

Prof. Dr. Winfried Auzinger

Prof. Dr. Klaus Felsenstein

Prof. Dr. Dirk Praetorius

Di. 13:15 - 14:45, Nöbauer Hörsaal (FH HS 8)



Institut für Analysis
und Scientific Computing

Referenzen

▶ Dokument-interne Verweise auf Formeln etc.

▶ `\label`

▶ `\ref`, `\eqref`, `\pageref`

▶ `\usepackage{amsmath}`

▶ `\usepackage{showkeys}`

32

Referenzen

- ▶ in math. Aufsätzen gibt es häufig Referenzen
 - auf Formeln, z.B. siehe Formel (2.7)
 - auf Seiten, z.B. in Formel (2.7) auf Seite 10
 - auf Bilder, z.B. siehe Abbildung 2.3
 - auf Tabellen, z.B. siehe Tabelle 2.6
 - auf Abschnitte, z.B. siehe Kapitel 2
 - auf Sätze, z.B. siehe Satz 2.3
- ▶ Referenzen werden in \LaTeX nicht hart kodiert!
- ▶ bei Ziel einer Referenz setzt man Label
 - durch `\label{name}`
 - \LaTeX verknüpft intern das Label `name` mit zuletzt vorausgegangen Zähler-Auswertung
- ▶ im Text Referenz einfügen durch
 - `\ref{name}` : nur Zählerausgabe
 - `\eqref{name}` : Zählerausgabe für Gleichung
 - * benötigt `\usepackage{amsmath}`
 - `\pageref{name}` : Ausgabe der Seitenzahl
- ▶ `\usepackage{showkeys}` zeigt Referenzen & Label an
 - zum Schreiben des Dokuments sinnvoll

33

LaTeX-Warnungen

- ▶ \LaTeX speichert Labels in AUX-Datei
- ▶ \LaTeX erkennt, falls Referenzen neu
 - LOG-File endet in diesem Fall mit **LaTeX Warning: Label(s) may have changed. Rerun to get cross-references right.**
 - Dann: \LaTeX -File noch einmal compilieren
- ▶ \LaTeX erkennt, falls Label doppelt benutzt
 - **LaTeX Warning: Label 'X' multiply defined.**
 - LOG-File endet in diesem Fall mit **LaTeX Warning: There were multiply-defined labels.**
- ▶ \LaTeX gibt Warnung, falls Label unbekannt
 - **LaTeX Warning: Reference 'X' on page XX undefined on input line XXX.**
 - LOG-File endet in diesem Fall mit **LaTeX Warning: There were undefined references.**

34

Beispiel zu Referenzen

```
1 % referenz.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage[latin1]{inputenc}
6 \usepackage[ngerman]{babel}
7 \usepackage{amsmath}
8 \usepackage{showkeys}
9
10 \begin{document} \Large
11
12 \chapter{Einleitung}
13 \label{chapter:einleitung}
14
15 \section{Die Gamma-Funktion}
16 \label{section:gammafkt}
17
18 Eine mögliche Definition der Gamma-Funktion ist
19 \begin{equation}\label{eq:gammafkt}
20 \quad \Gamma(x) := \lim_{n\to\infty}
21 \quad \quad \frac{n!n^x}{x(x+1)\cdots(x+n)},
22 \end{equation}
23 wobei man dieser Darstellung nicht ansieht, dass
24 es sich bei der Gamma-Funktion um eine
25 Verallgemeinerung der Faktoriellen handelt.
26
27 \section{Referenzen!}
28 \label{section:referenzen}
29
30 In Abschnitt~\ref{section:gammafkt} haben wir
31 die Gamma-Funktion  $\Gamma(x)$  eingeführt. Eine
32 mögliche Definition der Gamma-Funktion gibt
33 Gleichung~\eqref{eq:gammafkt} auf
34 Seite~\pageref{eq:gammafkt}.
35 \end{document}
```

35

Makros

- ▶ Definition eigener \LaTeX -Befehle
- ▶ obligatorische und optionale Parameter
- ▶ Schreiben von übersichtlichem \LaTeX -Code

- ▶ `\newcommand`
- ▶ `\renewcommand`

36

Definieren von Makros

- ▶ Definition eines neuen Makros mittels
 - `\newcommand{\name}[anz]{definition}`
- ▶ Obligatorisch sind
 - Name des Makros `name`
 - Befehlsfolge des Makros `definition`
- ▶ Optional ist Anzahl `anz` der *obligatorischen* Parameter des Makros
 - Fehlt `anz`, so ist `\name` parameterlos
 - max. 9 Parameter, intern: `#1, ... ,#9`
- ▶ Beispiele:
 - `\newcommand{\R}{\mathbb{R}}`
 - * Aufruf mittels `\R`
 - * erzeugt : \mathbb{R}
 - `\newcommand{\norm}[1]{\left\|#1\right\|}`
 - * Aufruf mittels `\norm{f}`
 - * erzeugt : $\|f\|$
 - `\newcommand{\set}[2]{\big\{#1,\big\|,#2\big\}}`
 - * Aufruf mittels `\set{x\in\mathbb{R}}{f(x)=0}`
 - * erzeugt : $\{x \in \mathbb{R} \mid f(x) = 0\}$
- ▶ \LaTeX passt auf, ob Makroname vergeben
 - **! LaTeX Error: Command `\XXX` already defined.**
 - Altes überschreiben mittels `\renewcommand`
 - * Parameter/Verwendung wie `\newcommand`

37

Warum Makros?

- ▶ Lesbarkeit des Codes, insb. math. Formeln
 - `\big\{x\in\mathbb{R}\}, \big\|, f(x)=0\big\}`
 - vs.
 - `\set{x\in\mathbb{R}}{f(x)=0}`
- ▶ Code wird kürzer & übersichtlicher
- ▶ Vermeidung von Tippfehlern
- ▶ wiederverwendbar in weiteren Dokumenten
- ▶ einfache Anpassung von math. Notation
 - z.B. $\{x \in \mathbb{R} \mid f(x) = 0\}$ vs. $\{x \in \mathbb{R} : f(x) = 0\}$
 - Umstellung der Notation im gesamten Dokument durch Änderung *einer* Zeile

Was sollte man beachten?

- ▶ sprechende Namen für Makros wählen
 - z.B. `\set`, `\norm`, `\scalarproduct`
- ▶ kurze Namen nur für reine Zeichen, z.B.
 - * `\N`, `\Z`, `\R` etc. für \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{R}
 - * `\AA`, `\BB`, `\CC` etc. für \mathcal{A} , \mathcal{B} , \mathcal{C}
 - * `\x`, `\y`, `\z` etc. für Vektoren x , y , z bzw. \vec{x} , \vec{y} , \vec{z}
- ▶ Keine Makros zur puren Abkürzung von Tipparbeit, z.B. `\nti` anstatt `n\to\infty` : $n \rightarrow \infty$
 - Solchen Code kann man später nicht mehr lesen!

38

Makros mit optionalem Parameter

- ▶ Man kann Makros definieren, deren *erster Parameter* optional ist:
 - `\newcommand{name}[anz][default1]{definition}`
 - `name`, `anz`, `definition` wie bisher
 - Parameter `#1` ist optional
 - * Übergabe in eckigen Klammern `[parameter1]`
 - * Wert `default1`, falls nicht gegeben
 - Parameter `#2, ... #anz` sind obligatorisch
 - * Übergabe in Klammern `{parameter}`
- ▶ Beispiel:
 - `\newcommand{\norm}[2] [] {\left| \#2 \right| _ \#1}`
 - * Aufruf `\norm[L^2(\Omega)]{f}` erzeugt $\|f\|_{L^2(\Omega)}$
 - * Aufruf `\norm{f}` erzeugt $\|f\|$
 - `\newcommand{\set}[3] [\big] {\#1 \{ \#2 \, \, \#1 \, \, \#3 \#1 \}}`
 - * Aufruf mittels `\set{x \in \mathbb{R}}{f(x)=0}` erzeugt : $\{x \in \mathbb{R} \mid f(x) = 0\}$
 - * Aufruf mittels `\set[\Big]{x \in \mathbb{R}}{f(x)=0}` erzeugt : $\left\{ x \in \mathbb{R} \mid f(x) = 0 \right\}$

39

Beispiel zu Makros

```

1 % makros.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage[latin1]{inputenc}
6 \usepackage[ngerman]{babel}
7 \usepackage{amssymb}
8
9 \newcommand{\x}{\vec{x}}
10 \newcommand{\y}{\vec{y}}
11 \newcommand{\C}{\mathbb{C}}
12 \newcommand{\K}{\mathbb{K}}
13 \newcommand{\R}{\mathbb{R}}
14 \newcommand{\norm}[3] [] {\#1 \#2 \_ \#3}
15 \newcommand{\product}[4] [] {\#1 (\#2 \, \, \#3 \#1) \_ \#4}
16
17 \begin{document}
18
19 \noindent
20 Auf dem Vektorraum  $\mathbb{K}^d$  mit  $\mathbb{K} \in \{\mathbb{R}, \mathbb{C}\}$  definiert
21 \begin{displaymath}
22 \quad \product{\x}{\y}{2}
23 \quad := \sum_{\ell=1}^2 x_{\ell} \overline{y_{\ell}}
24 \end{displaymath}
25 das euklidische Skalarprodukt. Dieses induziert die
26 euklidische Norm
27 \begin{displaymath}
28 \quad \norm{\x}{2}
29 \quad := \product{\x}{\x}{2}^{1/2}.
30 \end{displaymath}
31 Sind  $x_1, \dots, x_n \in \mathbb{K}^d$  paarweise orthogonale
32 Vektoren, d.h. es gilt
33  $\product{x_j}{x_k} = \delta_{jk}$ ,
34 so folgt der Satz von Pythagoras
35 \begin{displaymath}
36 \quad \norm[\Big]{\sum_{j=1}^n x_j}{2}^2
37 \quad = \sum_{j=1}^n \norm{x_j}{2}^2.
38 \end{displaymath}
39
40 \end{document}

```

40

Zähler

- ▶ vordefinierte Zähler
- ▶ eigene Zähler definieren
- ▶ Zähler auslesen
- ▶ `\arabic`
- ▶ `\roman`, `\Roman`
- ▶ `\alph`, `\Alph`
- ▶ `\newcounter`
- ▶ `\setcounter`, `\refstepcounter`
- ▶ `\theXXX`
- ▶ `\numberwithin`

41

Vordefinierte Zähler

- ▶ Abhängig von Dokumentklasse gibt es Zähler für Gliederung
 - z.B. `chapter`, `section`, `subsection` etc.
- ▶ Weitere Zähler sind
 - z.B. `page`, `equation`, `figure`, `table`
- ▶ Auswertung eines Zählers
 - `\arabic{counter}` = 1, 2, 3, 4 etc.
 - `\roman{counter}` = i, ii, iii, iv etc.
 - `\Roman{counter}` = I, II, III, IV etc.
 - `\alph{counter}` = a, b, c, d etc. (`counter` ≤ 26)
 - `\Alph{counter}` = A, B, C, D etc. (`counter` ≤ 26)
- ▶ Zu jedem Zähler `counter` gehört Ausgabebefehl `\thecounter`, der u.a. von `\ref` aufgerufen wird
- ▶ Beispiel:
 - Numerierung der Gleichungen mit Kapitel + Abschnitt + Formel


```
\renewcommand{\theequation}{\arabic{chapter}.\arabic{section}.\arabic{equation}}
```

 - * Kommentar `%` am Zeilenende verhindert, dass Zeilenumbruch als Leerzeichen gilt
- ▶ Wertzuweisung eines Zählers
 - `\setcounter{counter}{zahl}`
- ▶ Zähler um 1 erhöhen & referenzierbar machen
 - `\refstepcounter{counter}`

42

Eigene Zähler definieren

- ▶ Definition eines neuen Zählers
 - `\newcounter{newcounter}[oldcounter]`
 - Falls optionaler Parameter `oldcounter` angegeben, wird `newcounter` automatisch durch `\refstepcounter{oldcounter}` auf 0 gesetzt
 - Beispiel: Sätze kapitelweise numeriert:
 - * Satz 1.1, Satz 1.2, ..., Satz 2.1, etc.
- ▶ Ausgabe des Zählers festlegen:
 - `\renewcommand{\thecounter}{...}`
- ▶ Beispiel: Selbst-numerierende Konstanten

```
1 % zaehler.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \newcounter{const}
7 \renewcommand{\thecconst}{\arabic{const}}
8
9 \newcommand{\newconst}[1]{%
10   \refstepcounter{const}%
11   C_{\thecconst}\label{const:#1}%
12 }
13 \newcommand{\const}[1]{C_{\ref{const:#1}}}
14
15 \begin{document} \Large
16
17 Seien  $\newconst{2}, \newconst{1} > 0$ ,
18 und es gelte  $\const{2} \leq \const{1}$ .
19
20 \end{document}
```

43

Vordefinierte Zähler bearbeiten

- ▶ Standardmäßig zählt `equation` bei Dokumentklasse `article` global
- ▶ Standardmäßig zählt `equation` bei Dokumentklasse `report` oder `book` kapitelweise
- ▶ Neu-Definition der Zählerabhängigkeit zum Zurücksetzen auf Null mittels `\numberwithin[format]{counter}{refcounter}`
 - `format = \arabic, \roman, \alpha` etc.
 - * Standard ist `\arabic`
 - z.B. `\numberwithin{equation}{section}`
 - * Numerierung = `\thesection.\arabic{equation}`
 - * Erste Formel in neuer Section hat nun stets Nummer 1
 - benötigt `\usepackage{amsmath}`

44

Umgebungen

- ▶ einige vordefinierte Umgebungen
- ▶ Definition eigener Umgebungen
- ▶ obligatorische und optionale Parameter
- ▶ Strukturierung von \LaTeX -Code
- ▶ If-Then-Else in \LaTeX
- ▶ Verteilen von \LaTeX -Code in mehrere Files

- ▶ `\newenvironment, \renewenvironment`
- ▶ `\ifthenelse`
- ▶ `\value`
- ▶ `\isodd`
- ▶ `\equal`
- ▶ Kommentarsymbol `%` am Zeilenende
- ▶ `\input`

- ▶ `\usepackage{ifthen}`

45

Weitere Text-Umgebungen

- ▶ Kennen bereits `center, flushleft, flushright`
 - z.B. `\begin{center} ... \end{center}`
- ▶ für Zitate : `quote`-Umgebung
 - Dies ist Text in einer `quote`-Umgebung
- ▶ als ob Schreibmaschine : `verbatim`-Umgebung
 - Dies ist Text in einer `verbatim`-Umgebung
- ▶ für Aufzählungen: `itemize`-Umgebung
 - jeder Punkt mit `\item` eingeleitet
 - optional `\item[zeichen]` für anderes Symbol
- ▶ für numerierte Aufzählungen : `enumerate`-Umgeb.
 - jeder Punkt mit `\item` eingeleitet
 - Art der Aufzählung über Zähler manipulierbar
 - * `enumi`
 - * `enumii, enumiii, enumiv` bei geschachtelten `enumerate`-Umgeb.
 - `\usepackage{enumerate}` hat mehr Funktionalität
 - * Erweiterung der `enumerate`-Umgebung um optionale Layout-Parameter

46

```

1 % itemize.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage[ngerman]{babel}
6 \usepackage{amssymb}
7
8 \begin{document} \Large
9
10 \noindent Dies ist Text außerhalb jeder Umgebung.
11 \begin{quote}
12 Dies ist Text in einer quote-Umgebung
13 \end{quote}
14 Und jetzt bin ich wieder außerhalb.
15 \begin{verbatim}
16 In einer verbatim-Umgebung wird alles
17 zeichenweise ausgegeben, z.B. auch {\bf Hallo}
18 \end{verbatim}
19 Aufzählungen realisiert man über \texttt{itemize}
20 \begin{itemize}
21 \item ein erster Punkt
22 \item ein zweiter Punkt
23 \item[{$\blacktriangleright$}] ein dritter Punkt
24 \end{itemize}
25 Oder mittels \texttt{enumerate}
26 \begin{enumerate}
27 \item ein erster Punkt
28 \item ein zweiter Punkt
29 \end{enumerate}
30 Die Art der Aufzählung kann man ändern:
31 \renewcommand{\theenumi}{(\roman{enumi})}
32 \begin{enumerate}
33 \item ein erster Punkt
34 \item ein zweiter Punkt
35 \end{enumerate}
36
37 \end{document}

```

47

Warum Umgebungen?

- ▶ Viele Objekte in mathematischen Texten sollen dasselbe Layout haben
 - z.B. Sätze, Lemmata, Beweise etc.
- ▶ Umgebungen trennen Inhalt und Layout
 - Code wird lesbarer
 - Layout wird leichter veränderbar

Definition einer Umgebung

- ▶ Definition einer neuen Umgebung mittels
 - `\newenvironment{name}[anz]{defbegin}{defend}`
 - `name`, `anz` wie bei `\newcommand`
 - `defbegin` = Was löst `\begin{name}` aus?
 - `defend` = Was löst `\end{name}` aus?
- ▶ `\renewenvironment` analog zu `\renewcommand`
- ▶ Beispiel:
 - `\newenvironment{proof}{\textbf{Beweis.}}{\hfill\textbf{qed}}`

48

Optionaler Parameter

- ▶ Ziel: Beweis-Umgebung mit Start **Beweis.** bzw. **Beweis von ...**
- ▶ `\newenvironment{name}[anz][default]{begin}{end}`
 - analog zu optionalem Param. bei `\newcommand`

If-Then-Else in LaTeX

- ▶ Steuerkonstrukte aus `\usepackage{ifthen}`
 - `\ifthenelse{condition}{do}{else}`
 - `\value{string}` : String als Zahl auswerten
 - `\isodd{zahl}` : Zahl ist ungerade?
 - `\equal{str1}{str2}` : Gleichheit von Strings?
 - Logische Operatoren `\and`, `\or`, `\not`
 - Klammerung `\(` und `\)`

- ▶ Beispiel:

```

1 \newenvironment{proof}[1] []
2 {% \begin{proof}
3 \textbf{Beweis}
4 \ifthenelse{\equal{#1}{}}{.}{~#1.}
5 }
6 }
7 {% \end{proof}
8 \hfill\textbf{qed}
9 }

```

- ▶ Kommentarzeichen `%` am Zeilenende 3 verhindert, dass Zeilenumbruch als Leerzeichen gilt

49

Ein Beispiel (Kopf)

```

1 % umgebung.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3 \usepackage{fullpage}
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage[ngerman]{babel}
6 \usepackage{amssymb}
7 \usepackage{ifthen}
8
9 \newcounter{satz}[chapter]
10 \renewcommand{\thesatz}
11 {\arabic{chapter}.\arabic{satz}}
12
13 \newenvironment{proof}[1] []
14 {% \begin{proof}
15 \noindent\textbf{Beweis}
16 \ifthenelse{\equal{#1}{}}{.}{~#1.}
17 }
18 }
19 {% \end{proof}
20 \hfill$\blacksquare$
21 \bigskip
22 }
23
24 \newenvironment{satz}[1] []
25 {% \begin{satz}
26 \bigskip\noindent%
27 \refstepcounter{satz}%
28 \textbf{Satz}\thesatz%
29 \ifthenelse{\equal{#1}{}}{.}{~#1.}
30 }
31 }
32 {% \end{satz}
33 \bigskip
34 }
35
36 \input{umgebung.inc}

```

50

Ein Beispiel (Rumpf)

```
1 \begin{document} \large
2
3 \chapter{Das erste Kapitel}
4
5 An dieser Stelle möchte ich noch ein paar
6 einleitende Worte anbringen, bevor es los geht.
7
8 \begin{satz}[Wilhelm Busch]\label{satz1}
9 Dieses war der erste Streich.
10 \end{satz}
11
12 Und ein wenig Zwischentext.
13
14 \begin{satz}\label{satz2}
15 Doch der Zweite folgt sogleich.
16 \end{satz}
17
18 \begin{proof}
19 Dies ist der Beweis von Satz~\ref{satz2}.
20 \end{proof}
21
22 \begin{proof}[von Satz~\ref{satz1}]
23 Und jetzt folgt der Beweis von Satz~\ref{satz1}.
24 \end{proof}
25
26 \chapter{Das zweite Kapitel}
27
28 \begin{satz}\label{satz3}
29 Und noch ein Satz.
30 \end{satz}
31
32 \begin{proof}[von Satz~\ref{satz3}]
33 Jetzt ist aber wirklich Schluss.
34 \end{proof}
35
36 \end{document}
```

51

Mehr zu LaTeX und Mathematik

- ▶ einfachere Definition von Matrizen
- ▶ Numerierung von Formeln
- ▶ einfache Definition von Theorem-Umgebungen

- ▶ Umgebungen `matrix`, `pmatrix`, `cases`
- ▶ Umgebungen `align`, `split`
- ▶ `\text`, `\intertext`
- ▶ `\substack`, `\stackrel`
- ▶ `\boldsymbol`, `\pmb`
- ▶ `\tag`, `\notag`
- ▶ `\newtheorem`
- ▶ `\numberwithin`

- ▶ `\usepackage{amsmath}`

52

Wichtige math. Pakete

- ▶ `amsmath` = Umgebungen, Befehle
 - z.B. Braune-Lamarsch², Kap. 12 (S.366-426)
 - kleine Ausschnitte werden behandelt
 - im Folgenden `\usepackage{amsmath}` nötig!
- ▶ `amsthm` = Theorem-Umgebungen etc.
- ▶ `amsfonts`, `amssymb` = Schriftarten + Symbole
 - z.B. Braune-Lamarsch², Kap. 13 (S.427-495)

Praktische Umgebungen

- ▶ `matrix`-Umgebung für Vektoren + Matrizen
 - bequemer als `array`-Umgebung, weil man Anzahl Spalten nicht angeben muss
 - ansonsten gleiche Syntax:
 - * zeilenweise Angabe
 - * `&` für neue Spalte
 - * `\\` für neue Zeile
- ▶ `pmatrix`-Umgebung
 - = `\left(\begin{matrix}...\end{matrix}\right)`
- ▶ `cases`-Umgebung
 - = `\left\{\begin{array}[\ell]...\end{array}\right.`

53

Binomialkoeffizient

```
1 % binom.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3 \usepackage{fullpage}
4 \usepackage[ngerman]{babel}
5 \usepackage{amsmath}
6
7 \newcommand{\N}{\mathbb{N}}
8
9 \begin{document}\Large
10 \noindent Der Binomialkoeffizient...
11 \begin{displaymath}
12 \left(\begin{array}{c} n \\ k \end{array}\right)
13 \quad = \quad
14 \left(\! \! \! \right)
15 \begin{array}{c} n \\ k \end{array}
16 \left(\! \! \! \right)
17 \quad = \quad
18 \left(\begin{matrix} n \\ k \end{matrix}\right)
19 \quad = \quad
20 \begin{pmatrix} n \\ k \end{pmatrix}
21 \quad = \quad
22 \binom{n}{k}
23 \quad ???
24 \end{displaymath}
25 \end{document}
```

- ▶ Bei `array`-Umgebung viel Abstand bei Klammern
 - negativer Abstand `\\!` (Zeile 14 + 16)

54

Die align-Umgebung

- ▶ Flexibler als `equation`- und `eqnarray`-Umgebung
- ▶ mit (`align`) und ohne (`align*`) Formelnummer
- ▶ Erlaubt mehrzeilige Formeln, Zeilenumbruch ist `\\`
- ▶ Ordnet tabellarisch an
 - neue Spalte mit `&`
 - Spalten abwechselnd links/rechts ausgerichtet
 - Spaltenpaar links/rechts bildet jeweils Gruppe ohne Abstand
- ▶ `\tag{text}` ersetzt Formelnummer durch Text
 - kann eine Formel (A) oder (*) nennen
- ▶ `\notag` unterdrückt Ausgabe der Formelnummer
 - falls nur manche Zeilen einer mehrzeiligen Formel Nummer haben sollen
- ▶ In Verbindung mit `split`-Umgebung kann man Formelnummern mehrzeiliger Formeln vertikal zentrieren
 - `split`-Umgebung erlaubt nur 2-spaltiges `align`, d.h. $1 \times &$ pro Zeile, sonst Syntax-Fehler
 - ggf. `array`-Umgebung verwenden

55

Ein Beispiel zu align

```

1 % align.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{amsmath}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 Das folgende Beispiel hat 7 \&-Symbole, also
9 8 Spalten, d.h. 4 Spaltengruppen (links/rechts):
10 \begin{align*}
11 x&=1 & y&=2 & & & & (n&=2) \\
12 x&=1 & y&=2 & z&=3 & & (n&=3)
13 \end{align*}
14 Die Laplace-Gleichung mit zwei Formelnummern:
15 \begin{align}
16 -\Delta u &= f \quad \text{\in } \Omega \\
17 u &= g \quad \text{\on } \Gamma = \partial \Omega
18 \end{align}
19 Jetzt wird nur noch die zweite Formel numeriert:
20 \begin{align}
21 -\Delta u &= f \quad \text{\in } \Omega \quad \notag \\
22 u &= g \quad \text{\on } \Gamma = \partial \Omega
23 \end{align}
24 Jetzt gibt es nur noch eine Nummer, die vertikal
25 zentriert ist:
26 \begin{align} \label{formel} \tag{Z}
27 \begin{split}
28 -\Delta u &= f \quad \text{\in } \Omega \\
29 u &= g \quad \text{\on } \Gamma = \partial \Omega
30 \end{split}
31 \end{align}
32 Die letzte Formel hat die Nummer \eqref{formel}.
33 \end{document}

```

56

Praktische Befehle

- ▶ `\text{blabla}` für kurzen Text in Formeln
 - $M := \{ x \in \mathbb{N} \mid x \text{ gerade} \}$
 - $M := \{ x \in \mathbb{N} \mid x \text{ gerade} \}$
- ▶ `\intertext{blabla}` für langen Text (eigene Zeile) in mehrzeiligen Formeln
- ▶ `\substack{index}` für mehrzeilige Indizes
 - $\sum_{j=1}^{\infty} \substack{j \\ \text{odd}} = \sinh(x)$
- ▶ `\stackrel{oben}{unten}`
 - $(\sqrt{2})^2 \stackrel{!}{=} 2$
 - $(\sqrt{2})^2 \stackrel{!}{=} 2$
- ▶ `\boldsymbol{formel}` für fette Formeln
 - $\sum_{j=1}^n j \neq \sum_{j=1}^n j$
 - wirkt nur auf Buchstaben + Zahlen
 - Achtung: Summensymbol ändert sich nicht!
- ▶ `\pmb{formel}` für fette Formeln
 - $\sum_{j=1}^n j \neq \sum_{j=1}^n j$
 - nicht ganz so hübsch wie `\boldsymbol`

57

```

1 % amsmath.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage{amsmath,amssymb}
6 \newcommand{\Q}{\mathbb{Q}}
7 \newcommand{\R}{\mathbb{R}}
8
9 \begin{document} \Large
10 \begin{align}
11 \chi_{\Q} := \begin{cases}
12 1 & \text{\für } x \in \Q, \\
13 0 & \text{\für } x \in \R \setminus \Q.
14 \end{cases}
15 \end{align}
16
17 \begin{align}
18 A = \begin{pmatrix}
19 a_{11} & a_{12} \\
20 a_{21} & a_{22}
21 \end{pmatrix},
22 \quad
23 x = \begin{pmatrix}
24 x_1 \\
25 x_2
26 \end{pmatrix}
27 \end{align}
28
29 \begin{align}
30 \boldsymbol{A} = \begin{pmatrix}
31 a_{11} & a_{12} \\
32 a_{21} & a_{22}
33 \end{pmatrix}, \quad \quad
34 x = \begin{pmatrix}
35 x_1 \\
36 x_2
37 \end{pmatrix}
38 \end{align}

```

58

```

1 % intertext.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3 \usepackage{fullpage}
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage[ngerman]{babel}
6 \usepackage{amsmath,amssymb}
7
8 \newcommand{\N}{\mathbb{N}}
9
10 \begin{document} \large
11 Manchmal will man, dass eine Formel durch einen längeren
12 Text unterbrochen wird: Die binomische Formel
13 \begin{align} \label{eq:binom}
14 (x+y)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k}
15 \end{align}
16 beweist man beispielsweise mittels vollständiger Induktion
17 nach  $n \in \mathbb{N}$ . Der Induktionsanfang  $n=0$  ist klar. Im
18 Induktionsschritt dürfen wir also annehmen,
19 dass  $\text{\ref{eq:binom}}$  für alle  $n \in \mathbb{N}$  gilt und müssen
20 die Behauptung für  $n+1$  beweisen. Dazu betrachten wir
21 \begin{align*}
22 (x+y)^{n+1}
23 &= (x+y)(x+y)^n \\
24 \intertext{Einsetzen der Induktionsvoraussetzung führt auf}
25 &= (x+y) \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} \\
26 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{k+1} y^{n-k} \\
27 &\quad + \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n+1-k} \\
28 &= x^{n+1} + y^{n+1} \\
29 &\quad + \sum_{k=0}^{n-1} \binom{n}{k} x^{k+1} y^{n-k} \\
30 &\quad + \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} x^k y^{n+1-k} \\
31 \intertext{Indexverschiebung in der ersten Summe liefert}
32 &= x^{n+1} + y^{n+1} \\
33 &\quad + \sum_{k=1}^n \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
34 &\quad + \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} x^k y^{n+1-k} \\
35 \intertext{Zusammenfassen der beiden Summen führt auf}
36 &= x^{n+1} + y^{n+1} \\
37 &\quad + \sum_{k=1}^n \left[ \binom{n}{k-1} + \binom{n}{k} \right] \\
38 &\quad x^k y^{n+1-k}, \\
39 \intertext{sodass elementare Rechenregeln}
40 &= \sum_{k=0}^{n+1} \binom{n+1}{k} x^k y^{n+1-k} \\
41 \end{align*}
42 ergeben. Dies schließt den Induktionsbeweis ab.
43
44 \end{document}

```

59

Mathematische Sätze

- ▶ Umgebungen für math. Sätze etc. können leicht(!) erstellt werden, d.h. `\newenvironment` hier unnötig
- ▶ `\newtheorem{name}[counter]{text}[supercounter]`
 - Obligatorisch:
 - * Name `name` der neuen Umgebung
 - * Überschrift `text`, z.B. Satz, Lemma etc.
 - Optional:
 - * `counter`, falls kein neuer Zähler angelegt werden soll, sondern vorhandener "mitbenutzt" wird
 - * `supercounter` spezifiziert übergeordneten Zähler, z.B. `section`: Wenn Section erhöht, wird `counter` auf 0 gesetzt
 - * gleiche Funktion wie `\numberwithin`
- ▶ Beispiel:
 - `\newtheorem{satz}{Satz}[section]`
 - * Satz-Umgebung
 - * Zähler zählt in jeder Section neu
 - `\newtheorem{lemma}{Satz}[Lemma]`
 - * Satz & Lemma werden gemeinsam numeriert
 - `\newtheorem{bemerkung}{Bemerkung}[section]`
 - * Bemerkungen werden unabhängig numeriert
 - * Zähler zählt in jeder Section neu
- ▶ Benutzung der Umgebungen wie oben (selbst def.)
 - Optionaler Satz-Name möglich

60

Ein Beispiel zu newtheorem

```

1 % newtheorem.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage[ngerman]{babel}
6 \usepackage{amsmath}
7
8 \newtheorem{satz}{Satz}
9 \newtheorem{folgerung}[satz]{Folgerung}
10
11 \begin{document} \large
12 \section{Max und Moritz}
13
14 \begin{satz}[Wilhelm Busch]
15 Max und Moritz, gar nicht träge,
16 Sägen heimlich mit der Säge,
17 Ritzzeratze! voller Tücke,
18 In die Brücke eine Lücke.
19 \end{satz}
20
21 \begin{folgerung}
22 Ach, was muß man oft von bösen
23 Kindern hören oder lesen!
24 \end{folgerung}
25
26 \section{Wahre Wort}
27
28 \begin{satz}[Eugen Roth]
29 Ein Mensch erblickt das Licht der Welt,
30 doch oft hat sich herausgestellt
31 nach manchem trüb verbrachten Jahr,
32 dass dies der einzige Lichtblick war.
33 \end{satz}
34 \end{document}

```

61

Ein Beispiel zu numberwithin

```

1 % numberwithin.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage[latin1]{inputenc}
5 \usepackage[ngerman]{babel}
6 \usepackage{amsmath}
7
8 \newtheorem{satz}{Satz}
9 \newtheorem{folgerung}[satz]{Folgerung}
10 \numberwithin{satz}{section} %*** NEUE ZEILE ***
11
12 \begin{document} \large
13 \section{Max und Moritz}
14
15 \begin{satz}[Wilhelm Busch]
16 Max und Moritz, gar nicht träge,
17 Sägen heimlich mit der Säge,
18 Ritzzeratze! voller Tü\ke,
19 In die Brücke eine Lücke.
20 \end{satz}
21
22 \begin{folgerung}
23 Ach, was muß man oft von bösen
24 Kindern hören oder lesen!
25 \end{folgerung}
26
27 \section{Wahre Wort}
28
29 \begin{satz}[Eugen Roth]
30 Ein Mensch erblickt das Licht der Welt,
31 doch oft hat sich herausgestellt
32 nach manchem trüb verbrachten Jahr,
33 dass dies der einzige Lichtblick war.
34 \end{satz}
35 \end{document}

```

62