

Kevin Sturm

modified version of LaTeX script (2018) by

Prof. Dr. Winfried Auzinger

Prof. Dr. Dirk Praetorius



Institut für Analysis
und Scientific Computing

Was sind TeX und LaTeX?

- ▶ T_EX & L^AT_EX
- ▶ Vor- und Nachteile gegenüber Word

1

TeX

- ▶ **T_EX ist Programmiersprache für Textverarbeitung**
 - entwickelt '77 - '86 von Prof. Donald Knuth, Stanford University
 - * Ziel: *The Art of Computer Programming* (Neuaufgabe, Band 2)
 - Befehlsumfang etwa 300 Befehle
- ▶ T_EX ist Freeware, aber eingetrag. Warenzeichen
 - entweder T_EX oder TeX schreiben!
 - Versionsnummer konvergiert gegen π , derzeit 3.14159265
 - * bei Knuths Tod wird Weiterentwicklung gestoppt & Versionsnummer auf π gesetzt.
- ▶ T_EX gilt als fehlerfreie Software
 - jeder gefundene Fehler wird derzeit mit USD 327,68 (= 2¹⁵ Cent) belohnt
- ▶ T_EX erlaubt eigenes Schreiben von Makros
 - * Makro = Abkürzung für gewisse Befehlsfolge
 - * Interpreter ersetzt beim Übersetzen Abkürzung durch vollständigen Code
 - * entspricht etwa inline-Funktion in C/C++

2

Makro-Pakete für TeX

- ▶ '82 veröffentlicht American Mathematical Society eine Makro-Sammlung **amstex** für T_EX
 - sollte verwendet werden für wissenschaftliche Veröffentlichungen in den Journalen der AMS
- ▶ '85 veröffentlicht Leslie Lamport die Makro-Sammlung **L^AT_EX**
 - heute de facto Standard in der Mathematik
 - '89 - '03 Entwicklung von L^AT_EX₃ (unvollendet!)
 - aktuelle Version ist L^AT_EX_{2 ϵ} (2003)
 - * L^AT_EX₃-Projekt für abgeschlossen erklärt
- ▶ T_EX erlaubt Makros von Makros zu bilden
 - zahlreiche Erweiterungen von L^AT_EX

3

Vorteile von LaTeX

- ▶ LaTeX ist Freeware
 - für alle gängigen System vorhanden
- ▶ produziert professionelles Layout
 - Layout-Vorlagen für Artikel/Bücher/Folien
- ▶ math. Formeln können gut umgesetzt werden
- ▶ Dokumente lassen sich problemlos erweitern
 - Layout wird automatisch angepasst
 - Referenzen (Numerierungen etc.) werden automatisch angepasst
 - automatisches Inhaltsverzeichnis und Stichwortregister
- ▶ direkte Schnittstelle zu ps/pdf

Nachteile von LaTeX

- ▶ Einarbeitungszeit (Programmiersprache!)
- ▶ nicht-klickbar
- ▶ idR. nicht „What you see, is what you get“
 - es gibt aber WYSIWYG-Editoren, z.B. LyX
- ▶ eigene Layout-Vorlagen sind vergleichsweise kompliziert zu schreiben

4

Literatur and more

- ▶ Overleaf online documentation
 - <https://de.overleaf.com/learn>.
- ▶ Tobias Oetiker, Hubert Partl, Irene Hyna et al.: **The Not So Short Introduction to LaTeX 2_ε**
Version 6.3 (März 2018)
 - <http://www.asc.tuwien.ac.at/compmath>
- ▶ Klaus Braune, Joachim + Marion Lammarsch: **LaTeX - Basissystem, Layout, Formelsatz**
Springer 2006.

Web-Literatur

- ▶ Übersicht über (mathematische) Symbole
 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:TeX>
- ▶ gemaltes Symbol nach LaTeX übersetzen
 - <http://detexify.kirelabs.org/>
- ▶ android apps:
 - detexify
 - mathpix

5

Das erste LaTeX-File

- ▶ tex-File, log-File, dvi-File
- ▶ Konvertierung in ps-/pdf-Format
- ▶ Hello World
- ▶ Standard-Layouts `article`, `report`, `book`
- ▶ deutsche Sonderzeichen

```
▶ \documentclass
▶ \usepackage
▶ \begin{document} ... \end{document}

▶ \usepackage[latin1]{inputenc}
▶ \usepackage[ngerman]{babel}
```

6

Wie erstellt man ein LaTeX-File?

- ▶ Starte Editor vim (oder neovim) aus einer Shell mit `vim &`
 - Die wichtigsten Tastenkombinationen:
 - * `i` = insert mode
 - * `v` = visual mode
 - * `<ESC>` = normal mode
 - * `:wq` = write file and quit
- ▶ Öffne eine (ggf. neue) Datei `name.tex`
 - Endung `.tex` ist Kennung eines TeX/LaTeX-Files
- ▶ Die ersten beiden Punkte kann man auch simultan erledigen mittels `vim name.tex \&`
- ▶ Schreibe Source-Code
- ▶ Speichern: `:W`
- ▶ Kompilieren mit `latex name.tex`
- ▶ Falls Code fehlerfrei, erhält man
 - `name.dvi` : DeVice Independent File
 - * = visualisierbarer Output
 - `name.aux` : interne Hilfsdatei (AUXiliary file)
 - * Wichtig für Referenzen (später!)
 - `name.log` : Log-File
 - * = Shell-Output beim Übersetzen des Codes
- ▶ Alternativ Kompilieren mit `pdflatex name.tex`
 - liefert `name.pdf` statt `name.dvi`

7

Post-Processing

- ▶ Visualisierung mittels DVI-Viewer
 - z.B. `xdvi name.dvi`
- ▶ Konvertieren ins Postscript-Format
 - `dvips name.dvi -o name.ps -Ppdf`
erzeugt `name.ps`
 - * Option `-o name.ps` kann bisweilen entfallen
 - * Option `-Ppdf` um pixel-freies PDF erzeugen zu können
- ▶ Konvertieren ins PDF-Format
 - `ps2pdf name.ps` erzeugt `name.pdf`
 - `dvi2pdf name.dvi` erzeugt `name.pdf`
 - * ist nicht auf allen Systemen unterstützt

Viewer unter Unix

- ▶ `dvi`: `xdvi`
- ▶ `ps`: `evince`, `gv`
- ▶ `pdf`: `zathura`, `okular`, `evince`, `Foxitreader`

8

Das erste LaTeX-Programm

```
1 % helloworld.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 Hello World! Hello w\"orld.
8 \end{document}
```

- ▶ Zeilennummern gehören *nicht* zum Code (sind lediglich Referenzen auf Folien)
- ▶ Jedes \LaTeX -Programm besitzt die Zeilen 2, 6, 8.
- ▶ Übersetzung stets sequentiell von oben nach unten
- ▶ Zeilen vor `\begin{document}` bilden \LaTeX -Kopf
 - legt Layout des Dokuments fest : Zeile 2
 - bindet Makro-Pakete ein : Zeile 4
 - Definition von eigenen Makros
- ▶ Zeilen `\begin{document}` ... `\end{document}` schließen eigentliches Dokument
 - Hier: nur Zeile 7, eine einzige Zeile
- ▶ Zeile 1 ist Kommentarzeile, eingeleitet durch %
- ▶ \LaTeX -Befehle beginnen immer mit \ul>- `\documentclass`, `\usepackage`, `\begin`, `\end`
- Optionale Parameter immer in [...]
- Obligatorische Parameter immer in { ... }

9

Dokument-Klassen

- ▶ `\documentclass[options]{dokumenttyp}`
- ▶ default-Dokumenttypen in \LaTeX :
 - `article` = wiss. Publikationen
 - `report` = kurze Bücher, Dipl.arbeiten
 - `book` = Bücher
 - `slides` = Folien, Präsentationen

Optionale Parameter für article

- ▶ `10pt`, `11pt`, `12pt` = Schriftgröße für Standardtext
- ▶ `a4paper` (Papiergröße)
 - default `letterpaper` = US-Maße
- ▶ `fleqn` = Formeln linksbündig statt zentriert
- ▶ `leqno` = Formelnumerierung links statt rechts
- ▶ `titlepage` = neue Seite nach Titel/Autor etc.
 - default ist `notitlepage`
- ▶ `twocolumn` = zweispaltig statt einspaltig
 - default ist `onecolumn`
- ▶ `twoside` = zweiseitiges Dokument statt einseitig
 - default ist `oneside`
- ▶ `landscape` = Querformat statt Hochformat

10

Optionale Parameter für report und book

Wie bei `article`, Ausnahmen:

- ▶ `notitlepage` = keine neue Seite nach Titelseite
 - Standard ist `titlepage`
- ▶ `oneside` = einseitiges Dokument
 - Standard ist `twoside`
- ▶ `openany` = Neue Kapitel beginnen auf neuer Seite
 - Standard ist `openright` = Neue Kapitel beginnen stets auf der nächsten rechten Seite

11

Einbinden von Packages

- ▶ `\usepackage[options]{packagename}`
 - bindet `packagename` ein
 - optionale Parameter `options`

```
1 % helloworld.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage[utf8]{inputenc}
6 \usepackage[ngerman]{babel}
7
8 \begin{document}
9 Hello W\ "orld!
10 \end{document}
```

- ▶ `fullpage` = minimiert Randbereiche
- ▶ `inputenc` = Erlaubt direkte Verwendung von Sonderzeichen
 - Option `latin1` für dt. Sonderzeichen (Windows)
 - Option `utf8` für dt. Sonderzeichen (i.d.R. UNIX)
 - * z.B. ä, ü, ö, ß
 - Vergessen ⇒ Sonderzeichen werden ausgelassen
 - * d.h. *Hello Wrld!* statt *Hello Wörl!* im DVI
 - `latin1` oder `utf` idR. im Editor einstellen/wählen
- ▶ `babel` = Wahl der Sprache des Dokuments
 - * `ngerman` = neue dt. Rechtschreibung
 - beeinflusst automatische Silbentrennung
 - "Kapitel" statt "Chapter" etc.

12

Elementarer Text

- ▶ Leerzeichen
 - ▶ Silbentrennung
 - ▶ Absätze, Ausrichtung
 - ▶ Schriftgröße, Hervorhebungen
- ▶ `\\`, `\newline`, `\newpage`, `\clearpage`,
 - ▶ Umgebungen `center`, `flushleft`, `flushright`
 - ▶ `\rm`, `\bf`, `\it`, `\em`, `\sf`, `\tt`, `\sc`, `\underline`
 - ▶ `\tiny`, `\scriptsize`, `\footnotesize`, `\small`
 - ▶ `\normalsize`
 - ▶ `\large`, `\Large`, `\LARGE`, `\huge`, `\Huge`
 - ▶ `\hspace`, `\,`, `\quad`, `\qquad`, `\hfill`
 - ▶ `\vspace`, `\smallskip`, `\medskip`, `\bigskip`, `\vfill`

13

Elementare Text-Regeln

```
1 % absatz.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 Dieser Text steht in einer
8 Zeile! Man sieht, da\ss
9 mehrere Leerzeichen und Zeilenumbr\ "uche quasi
10 ignoriert werden.
11
12 Und jetzt folgt
13 ein neuer
14 Absatz.
15
16 Das ist %.
17 \end{document}
```

- ▶ \LaTeX interpretiert Folgendes als ein Leerzeichen:
 - ein oder mehrere Leerzeichen
 - ein oder mehrere Tabulator-Einrückungen
 - ein Zeilenumbruch im Dokument
- ▶ Manuelles Leerzeichen mittels Tilde `~` oder `\`
 - z.B. `Hello~World!` oder `Hello\ \ World!`
 - * Tilde verhindert Zeilenumbruch
- ▶ \LaTeX interpretiert Folgendes als Absatzende:
 - eine Leerzeile, falls Zeile davor nicht auf `%` endet
 - mehrere Leerzeilen
- ▶ Leerzeichen am Zeilenanfang wird übergangen

14

Leerzeichen nach Befehlen

- ▶ Leerzeichen nach parameterlosen Befehl werden übergangen (nur als Befehlsende gedeutet)
 - `\LaTeX ist super` = \LaTeX ist super
 - `\LaTeX{} ist super` = \LaTeX ist super
 - `\LaTeX\ ist super` = \LaTeX ist super
 - `\LaTeX~ ist super` = \LaTeX ist super

Sonderzeichen

- ▶ Standard-ASCII wird 1:1 zeichenweise ausgegeben
 - Ausnahmen: `#`, `$`, `%`, `^`, `&`, `_`, `{`, `}`, `~`, `\`
 - * Diese haben spezielle Funktionen in \LaTeX
 - * Stattdessen: `\#`, `\$`, `\%`, `\^{}` , `\&`, `_`, `\{`, `\}`, `\~{}` , `\$backslash$`
- ▶ Anführungszeichen `"` vermeiden
 - stattdessen `"` und `"` verwenden (dt.)
 - * z.B. „Et tu, Brute?“
 - oder `“` und `”` verwenden (engl.)
 - * z.B. “Et tu, Brute?”
- ▶ Deutsche Sonderzeichen einbinden!
 - `\usepackage[latin1]{inputenc}`
 - * bzw. `\usepackage[utf8]{inputenc}`
 - Dann einfach ä, ß etc. schreiben!
 - Alternative: `"a`, `\ "a` erzeugt ä etc. `\ss{ }` erzeugt ß

15

Ausrichtung von Text

```
1 % ausrichtung.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7
8 \begin{center}
9 Zentrierter Text
10 \end{center}
11 \begin{flushleft}
12 Linksb\undig
13 \end{flushleft}
14 \begin{flushright}
15 Rechtsb\undig
16 \end{flushright}
17
18 \end{document}
```

- ▶ Standardmäßig verwendet \LaTeX sog. Blocksatz für Absätze (= links-rechts-bündig)
- ▶ `center`-Umgebung zentriert Text
- ▶ `flushleft`-Umgebung = linksbündig
- ▶ `flushright`-Umgebung = rechtsbündig

16

Zeilenumbbruch

```
1 % zeilenumbbruch.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7
8 Hier steht ein Text,\linebreak
9 und dies ist der Text nach
10 \verb$\linebreak$, \newline
11 jetzt der Text nach \verb$\newline$.
12
13 Und das ist ein neuer Absatz.
14 \end{document}
```

- ▶ manuell mittels `\` oder `\newline` oder `\linebreak`
 - Zeile links-bündig für `\` oder `\newline`
 - * `\` ist schlechter Stil (später wichtig für Math.)
 - Zeile im Blocksatz `\linebreak`
 - * falls \TeX -Warnung `Overfull hbox`
- ▶ Neue Absätze werden durch Leerzeilen eingeleitet:
 - letzte Zeile des alten Absatz linksbündig
 - erste Zeile des neuen Absatz eingerückt
- ▶ manche \TeX -Interpreter liefern Fehlermeldung, wenn auf manuellen Zeilenumbbruch Leerzeile folgt!

17

Seitenumbbruch

- ▶ manuell mittels `\newpage`, `\clearpage`, `\pagebreak`
 - `\newpage`, `\clearpage` für Abschnitt-Ende
 - * `\clearpage` ist rigoroser (später genauer!)
 - `\pagebreak` füllt Seite auf

Silbentrennung

- ▶ Silbentrennung erfolgt idR. automatisch
 - `\usepackage[ngerman]{babel}`
- ▶ Manchmal manuelle Silbentrennung nötig, weil
 - \LaTeX falsch trennt
 - \LaTeX nicht weiß, wie es trennen soll
 - ⇒ Text über Rand hinaus
 - * im LOG-File : `Overfull hbox`
 - `\-` gibt \LaTeX optionale Trennung an
 - * z.B. `Sil\ben\rennung`
 - * Wort kann nur noch an angegebenen Stellen getrennt werden
 - http://de.wikibooks.org/wiki/LaTeX-Wörterbuch:_Silbentrennung
- ▶ `Overfull hbox` stets eliminieren
 - mittels optionaler Silbentrennung `\-`
 - mittels manuellem Zeilenumbbruch `\linebreak`

18

```
1 % schriftart.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 Wir starten mit normaler Schrift.
8 \begin{center}
9 \huge
10 Nun gro\ss, {\bf fett} und zentriert!
11 \end{center}
12 Und nun wieder normal.
13 \end{document}
```

Schriftgrößen

- ▶ stets relativ zur Schriftgröße des Dokuments
- ▶ Schriftgrößen der Größe nach geordnet:
 - `\tiny`, `\scriptsize`, `\footnotesize`, `\small`
 - `\normalsize` gemäß `\documentclass`
 - `\large`, `\Large`, `\LARGE`, `\huge`, `\Huge`
- ▶ Es gibt zwei Arten von Blöcken:
 - innerhalb geschwungener Klammern `{...}`
 - innerhalb von Umgebungen `\begin{x}...\end{x}`
- ▶ Alle Definitionen innerhalb eines Blocks werden bei Blockende aufgehoben
 - insb. gilt außerhalb aller Blöcke Standardschrift

19

Hervorhebungen 1/2

```
1 % hervorhebungen.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 {\rm Dies ist }\textrm{Standardschrift.}
8 {\bf Dies ist }\textbf{fett.}
9 {\it Dies ist }\textit{kursiv.}
10 {\em Dies ist }\emph{hervorgehoben.}
11 {\sf Dies ist }\textsf{sans serif.}
12 {\tt Dies ist }\texttt{typewriter.}
13 {\sc Dies sind }\textsc{Kapit\"alchen.}
14 \underline{Dies ist unterstrichen.}
15 \end{document}
```

normal	: \textrm{text} oder {\rm text}
fett	: \textbf{text} oder {\bf text}
kursiv	: \textit{text} oder {\it text}
hervorgehoben	: \emph{text} oder {\em text}
sans-serif	: \textsf{text} oder {\sf text}
typewriter	: \texttt{text} oder {\tt text}
Kapitälchen	: \textsc{text} oder {\sc text}
unterstrichen	: \underline{text}

20

Hervorhebungen 2/2

```
1 % hervorhebung2.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7
8 {\bf Dies ist fett
9 \textit{und zus\"atzlich kursiv.}}
10
11 {\bf Dies ist fett, \it aber jetzt nur kursiv.}
12
13 \textit{Dies ist kursiv, \bf aber jetzt nur
14 fett.}
15
16 {\it Dies ist kursiv, \textsc{aber jetzt nicht
17 mehr. Kapit\"alchen sind exklusiv!}}
18
19 \end{document}
```

- ▶ Unterschied von {\rm ...} vs. \textrm{...}:
 - {\rm ...} ist exklusiv
 - \textrm{...} ist additiv
- ▶ Es ist nicht alles kombinierbar:
 - z.B. Kapitälchen ist stets exklusiv

21

Absatzlayout

- ▶ \setlength{\parindent}{0pt}
 - Einrückung der ersten Absatzzeile auf 0pt
 - Alternativ \noindent vor Absatz schreiben
- ▶ \setlength{\baselineskip}{1.5\baselineskip}
 - Zeilenabstand auf 1 1/2 setzen
- ▶ \setlength{\parskip}{2pt}
 - Abstand zwischen zwei Absätzen festlegen

Manuelle Einrückungen

- ▶ horizontal:
 - \hspace{5mm} = 5mm horizontaler Abstand
 - * zum letzten Zeichen der Zeile (ggf. kein!)
 - * oder: \hspace*{5mm} = 5mm horiz. Abstand
 - horizontale Abstände relativ zur Schriftgröße
 - * \,, \quad, \qquad
 - \hfill = Zeile auffüllen
- ▶ vertikal:
 - \vspace{5mm} = 5mm vertikaler Abstand
 - * zur letzten Zeile (ggf. kein!)
 - * \vspace*{5mm} = 5mm vertikaler Abstand
 - vertikale Abstände relativ zur Schriftgröße:
 - * \smallskip
 - * \medskip
 - * \bigskip
 - \vfill = Seite auffüllen

22

Strukturieren von Dokumenten

- ▶ Überschriften
 - ▶ automatisches Inhaltsverzeichnis
 - ▶ TOC-File
-
- ▶ \chapter, \section, \subsection etc.
 - ▶ \chapter*, \section*, \subsection* etc.
 - ▶ \tableofcontents

23

Abschnitte/Überschriften

```
1 % struktur.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 \chapter{Dies ist das erste Kapitel}
8 Ein wenig Text...
9 \section{Dies ist Abschnitt 1}
10 Und noch mehr...
11 \subsection{Ein Unterabschnitt}
12 Siehe da, noch mehr Text...
13 \section{Dies ist Abschnitt 2}
14 Und noch mehr...
15 \end{document}
```

- ▶ In **report** & **book** gibt es standardmäßig folgende Abschnitte (inkl. Numerierung und Überschriften):

- `\chapter{titel}`
- `\section{titel}`
- `\subsection{titel}`
- `\subsubsection{titel}`
- `\paragraph{titel}`
- `\subparagraph{titel}`

- ▶ Bei **article** entfällt `\chapter`

- ▶ Will man nur Überschrift ohne Nummer, verwende

- `\chapter*{titel}` etc.

24

Inhaltsverzeichnis

```
1 % inhalt.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 \tableofcontents
8
9 \chapter{Dies ist das erste Kapitel}
10 Ein wenig Text...
11
12 \section{Dies ist Abschnitt 1}
13 Und noch mehr...
14
15 \subsection{Ein Unterabschnitt}
16 Siehe da, noch mehr Text...
17
18 \section{Dies ist Abschnitt 2}
19 Und noch mehr...
20
21 \end{document}
```

- ▶ Mittels `\tableofcontents` wird automatisch Inhaltsverzeichnis erstellt

- Erzeugt zusätzliche TOC-Datei
 - * Table of Contents
- Wird beim nächsten \LaTeX -Durchlauf automatisch eingebunden
- benötigt 2x \LaTeX -Durchlauf, um aktuell zu sein

- ▶ reine Überschriften werden nicht eingetragen

- `\chapter*{titel}` etc.

25

Mathematische Formeln

- ▶ Formelumgebungen
- ▶ Klammern
- ▶ Exponenten & Indizes
- ▶ math. Symbole & Funktionen
- ▶ Matrizen & Vektoren

- ▶ Formel im Text `$...$`

- ▶ Umgebungen mit Nummer `equation`, `align`

- ▶ Umgebungen ohne Nummer `equation*`, `align*`

- ▶ Umgebung `array`

- ▶ `\usepackage{latexsym}`

- ▶ `\usepackage{amssymb}`

26

Formeln

```
1 % formel.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}
7 \noindent
8 Per Induktion zeigt man
9  $\frac{n(n+1)}{2} = \sum_{j=1}^n j$ .
10 Als abgesetzte Formel liest sich das
11 \begin{equation}
12 \frac{n(n+1)}{2} = \sum_{j=1}^n j.
13 \end{equation}
14 Ein elementares mehrzeiliges Beispiel:
15 \begin{align}
16 \sum_{j=1}^2 j &= 3, \\
17 \sum_{j=1}^3 j &= 6, \\
18 \sum_{j=1}^4 j &= 10.
19 \end{align}
20 \end{document}
```

- ▶ inline Text mit `$formel$` or `\(formel\)`

- ▶ Einzeilige, abgesetzte Formel

- `\[\]`-Umgebung ohne Nummer
- `equation`-Umgebung mit Nummer

- ▶ Mehrzeilige, abgesetzte Formel

- `align*`-Umgebung ohne Nummer
- `equation*` + `split`-Umgebung ohne Nummer
- `align`-Umgebung mit einer Nummer pro Zeile
- `align` + `split`-Umgebung eine Nummer

27

Klammern

- ▶ Etliche Varianten, z.B.
 - runde Klammern (...) mittels ()
 - eckige Klammern [...] mittels []
 - geschwungene Klammern {...} mittels { }
 - Absolutbetrag |·| mittels |
 - Norm ||·|| mittels ||
- ▶ größere Größe der Klammern händisch wählbar
 - Präfix `\big`, `\Big`, `\bigg`, `\Bigg` vor Klammer
 - * z.B. `\big((x+1)(x-1) \big)^2 = (x^2-1)^2`
 - *
$$\left((x+1)(x-1) \right)^2 = (x^2-1)^2$$
- ▶ oder Größe automatisch von \LaTeX wählbar
 - Präfix `\left` and `\right` vor Klammer
 - * jedes `\left` braucht ein `\right`
 - * ggf. `\right.` falls nur links Klammer sein soll

Mathematische Sonderzeichen

- ▶ De facto alles vorhanden (Packages einbinden!)
 - `\usepackage{latexsym}`, `\usepackage{amssymb}`
- ▶ Im Folgenden: ausgewählte (unvollst.) Übersicht
 - Mehr in Abschnitt 3.8 (Seite 65–70) in
 - * [The Not So Short Introduction to LaTeX](#)
- ▶ brauchbarer Link: <http://detexify.kirelabs.org/>

28

Exponenten und Indizes

- ▶ `$a^x+y \neq a^{x+y}$`
 - $a^x + y \neq a^{x+y}$
- ▶ `$x_{\ell+1}:=x_{\ell}+x_{\ell-1}$`
 - $x_{\ell+1} := x_{\ell} + x_{\ell-1}$

Brüche und Wurzeln

- ▶ `$\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}=\frac{1}{n(n+1)}$`
 - $\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1} = \frac{1}{n(n+1)}$
- ▶ `$\frac{\partial f}{\partial x_j}$`
 - $\frac{\partial f}{\partial x_j}$
- ▶ `$\sqrt{x}^{1/3}=x^{1/6}=\sqrt[6]{x}$`
 - $(\sqrt{x})^{1/3} = x^{1/6} = \sqrt[6]{x}$

Mengen

- ▶ `$y \in \{f(x) \mid x > 0\}$`
 - $y \in \{f(x) : x > 0\}$
- ▶ `\in`, `\ni`, `\cup`, `\bigcup`, `\cap`, `\bigcap`,
- ▶ `\backslash`
- ▶ `\subset`, `\subseteq`, `\subsetneq`, `\subsetneqq`,
- ▶ `\supset`, `\supseteq`, `\supsetneq`, `\supsetneqq`,

Gleichheit und Ungleichheit

- ▶ `=`, `<`, `>`, `\neq`, `\le`, `\leq`, `\geq`, `\geq`, `\neq`, `\neq`

29

Mathematische Funktionen

- ▶ `\exp`, `\log`, `\ln`, `\arg`
- ▶ Trigonometrische Fkt., z.B. `\sin`, `\arccos`, `\sinh`
- ▶ `\sup`, `\max`, `\inf`, `\min`
- ▶ `\lim`, `\limsup`, `\liminf`
 - `$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$`
 - * $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$
 - `$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$`
 - * $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$
 - `$\displaystyle \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$`
 - * $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$
- ▶ `\dim`, `\ker`, `\det`

Summe, Produkt, Integral

- ▶ `\sum_{j=1}^n j = \frac{n(n+1)}{2}` bzw. $\sum_{j=1}^n j = \frac{n(n+1)}{2}$
- ▶ `\prod_{j=1}^{\infty} j = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots` bzw. $\prod_{j=1}^{\infty} j = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots$
- ▶ `\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx = 1` bzw. $\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx = 1$

30

Kalligraphische Großbuchstaben

- ▶ `\mathcal{A}`, `\mathcal{B}`, `\mathcal{C}` etc.
 - \mathcal{A} , \mathcal{B} , \mathcal{C}

Griechische Symbole

- ▶ `\alpha`, `\beta`, `\gamma`, `\delta`, `\epsilon`, `\xi`
- ▶ `\Gamma`, `\Delta`, sofern versch. vom lat. Alphabet

Logische Quantoren

- ▶ `\forall x > 0: \quad x^2 > 0`
 - $\forall x > 0: \quad x^2 > 0$
- ▶ `\forall T \text{ Topf } \exists D \text{ Deckel}`
 - $\forall T \text{ Topf } \exists D \text{ Deckel}$

Weitere Zeichensätze

- ▶ `\usepackage{amssymb}` erforderlich!
- ▶ `\mathbb{N}`, `\mathbb{Z}`, `\mathbb{R}`, `\mathbb{C}` etc.
 - \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{R} , \mathbb{C}
- ▶ `\mathfrak{A}`, `\mathfrak{a}`, `\mathfrak{B}`, etc.
 - \mathfrak{A} , \mathfrak{a} , \mathfrak{B} , \mathfrak{b} , ..., \mathfrak{z}

31

Vektoren & Matrizen

```

1 X = \left(
2 \begin{array}{ccc}
3 x_{11} & x_{12} & \ldots \\
4 x_{21} & x_{22} & \ldots \\
5 \vdots & \vdots & \ddots
6 \end{array}
7 \right)

```

► Code-Fragment erzeugt

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots \\ x_{21} & x_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}$$

► `array`-Umgebung für Matrizen und Vektoren

- beliebig viele Zeilen
 - * Zeilenumbruch jeweils mit `\\`
- Anzahl Spalten + Ausrichtung muss angegeben werden, hier: 3 Spalten, Einträge mittig : `{ccc}`
 - * Ausrichtung: mittig (c), links (l), rechts (r)

► `array`-Umgebung ist Teil einer math. Formel!

- z.B. `$...$`, `equation`-Umgebung

► Vektoren = Matrix mit einer Spalte

► `array`-Umgebung auch für Fallunterscheidungen

- Verwende `\left\{` mit `\right.`.

$$\chi_{\mathbb{Q}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{falls } x \in \mathbb{Q}, \\ 0, & \text{falls } x \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}. \end{cases}$$

- Text in Formel z.B. mit `\mbox{falls } x \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}`

32

Referenzen

► Dokument-interne Verweise auf Formeln etc.

► `\label`

► `\ref`, `\eqref`, `\pageref`

► `\usepackage{amsmath}`

► `\usepackage{showkeys}`

33

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

► In der Regel \sim vor `\ref{...}` etc.

- Lehrzeichen ohne Zeilenumbruch vor Referenz!

34

\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 kompilieren

► \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.`

35

Beispiel zu Referenzen

```

1 % referenz.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{amsmath}
6 %\usepackage{showkeys}
7
8 \begin{document} \Large
9
10 \chapter{Einleitung}
11 \label{chapter:einleitung}
12
13
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 \rightarrow \infty} \frac{n!}{n^x (x+1) \cdots (x+n)},
21 \end{equation}
22 wobei man dieser Darstellung nicht ansieht, dass
23 es sich bei der \Gamma-Funktion um eine
24 Verallgemeinerung der Faktoriellen handelt.
25
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}

```

36

Makros

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

▶ `\newcommand`

▶ `\renewcommand`

37

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| \right| \#1 \right|}`
 - * Aufruf mittels `\norm{f}`
 - * erzeugt : $\|f\|$
 - `\newcommand{\set}[2]{\big\{ \#1, \big|, \#2 \big\}}`
 - * Aufruf mittels `\set{x \in \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`

38

Warum Makros?

Vorteile:

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

Nachteile:

- ▶ eigene Makros müssen bei Kollaboration von anderen gelernt werden

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-Symbole \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{R}
 - * `\AA`, `\BB`, `\CC` etc. für mathcal-Symbole \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!

39

Makros mit optionalem Parameter

- ▶ Makros mit *ersten optionalen Parameter*:
`\newcommand{\name}[ans][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|\right|_{\Omega}^{\#2}\right|_{\Omega}^{\#1}}`
 - * Aufruf `\norm[L^2(\Omega)]{f}` erzeugt $\|f\|_{L^2(\Omega)}$
 - * Aufruf `\norm{f}` erzeugt $\|f\|$
 - `\newcommand{\set}[3][\big]{\#1\{ \#2\, \#3\}}`
 - * 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 : $\left\{x \in \mathbb{R} \mid f(x) = 0\right\}$

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{\thenewcounter}{...}`
- ▶ Beispiel: Selbst-numerierende Konstanten

```

1 % zaehler.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \newcounter{const}
7 \renewcommand{\theconst}{\arabic{const}}
8
9 \newcommand{\newconst}[1]{%
10   \refstepcounter{const}%
11   C_{\theconst}\label{const:#1}%
12 }
13 \newcommand{\const}[1]{C_{\ref{const:#1}}}
14
15 \begin{document} \Large
16
17 %Eine weitere Konstante $\newconst{sinnlos} > 0$.
18 Seien $\newconst{2}$, $\newconst{1} > 0$,
19 und es gelte $\const{2} \le \const{1}$.
20
21 \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
Kommentarzeichen % 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{amssymb}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 \noindent Dies ist Text auf{\ss}erhalb jeder Umgebung.
9 \begin{quote}
10 Dies ist Text in einer quote-Umgebung
11 \end{quote}
12 Und jetzt bin ich wieder auf{\ss}erhalb.
13 \begin{verbatim}
14 In einer verbatim-Umgebung wird alles
15 zeichenweise ausgegeben, z.B. auch {\bf Hallo}
16 \end{verbatim}
17 Aufzählungen realisiert man \uber \texttt{itemize}
18 \begin{itemize}
19 \item ein erster Punkt
20 \item ein zweiter Punkt
21 \item[{\blacktriangleright}] ein dritter Punkt
22 \end{itemize}
23 Oder mittels \texttt{enumerate}
24 \begin{enumerate}
25 \item ein erster Punkt
26 \item ein zweiter Punkt
27 \end{enumerate}
28 Die Art der Aufzählung kann man \andern:
29 \renewcommand{\theenumi}{(\roman{enumi})}
30 \begin{enumerate}
31 \item ein erster Punkt
32 \item ein zweiter Punkt
33 \end{enumerate}
34
35 \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

Optional 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

Sympy and latex

- ▶ sympy offers the command `sympy.latex` which transforms sympy expressions into latex code

Listing 1: `sympy_to_latex.py`

```
1 import sympy as sy
2
3 sy.var('x y')
4
5 f = sy.expand((x-y)**5)
6 int_f = sy.integrate(f,x)
7
8 print(sy.latex(f))
9
10 with open('sympy_latex.txt', 'w') as file:
11     file.write(sy.latex(sy.expand(f)))
```

The output will be

```
>>> import sympy as sy
>>> sy.var('x y')
(x, y)
>>> f = sy.expand((x-y)**4)
>>> int_f = sy.integrate(f,x)
>>> print(sy.latex(f))
x4 - 4 x3 y + 6 x2 y2 - 4 x y3 + y4
>>> print(sy.latex(int_f))
\frac{x5}{5} - x4 y + 2 x3 y2 - 2 x2 y3 + x y4
```

50

Kompilieren mit latexmk

- ▶ Änderung von labels erfordert zweifaches Kompilieren mit `pdflatex` oder `latex`
- ▶ `latexmk` kompiliert im Hintergrund so oft wie notwendig
- ▶ starte `latexmk` mit `latexmk filename.tex`
- ▶ Empfehlung:

```
$pdflatex = "pdflatex -synctex=1 -halt-on-error %0 %S";
```

in config file `.latexmkrc` hinzufügen

- ▶ alternativ direkt im Terminal

```
latexmk -halt-on-error -pvc filename.tex
```

starten

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-Lammarsch², 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-Lammarsch², 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}{l}...\end{array}\right.`

53

Die align-Umgebung

- ▶ mit `(align)` und ohne `(align*)` Formelnummer
- ▶ Erlaubt mehrzeilige Formeln, Zeilenumbruch ist `\\`
- ▶ Ordnet tabellarisch an
 - neue Spalte mit `&`
 - Spalten abwechselnd rechts/links ausgerichtet
 - Spaltenpaar rechts/links 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

54

Ein Beispiel zu align

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

55

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
 - $\sum_{\substack{j=1 \\ j \text{ odd}}}^{\infty} \frac{x^j}{j!} = \sinh(x)$
- ▶ `\stackrel{oben}{\underset{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`

56

```

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

57

```

1 % intertext.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3 \usepackage{fullpage}
4 \usepackage{amsmath,amssymb}
5
6 \newcommand{\N}{\mathbb{N}}
7
8 \begin{document} \large
9 Manchmal will man, dass eine Formel durch einen l"angeren
10 Text unterbrochen wird: Die binomische Formel
11 \begin{align} \label{eq:binom}
12 (x+y)^n &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} \\
13 \end{align}
14 beweist man beispielsweise mittels vollst"andiger Induktion
15 nach n \in \mathbb{N}. Der Induktionsanfang n=0 ist klar. Im
16 Induktionsschritt d"urfen wir also annehmen,
17 dass \eqref{eq:binom} f"ur alle \ell \in \mathbb{N} gilt und m"ussen
18 die Behauptung f"ur n+1 beweisen. Dazu betrachten wir
19 \begin{align*}
20 (x+y)^{n+1} &= (x+y)(x+y)^n \\
21 &= (x+y) \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} \\
22 \intertext{Einsetzen der Induktionsvoraussetzung f"uhrt auf}
23 &= (x+y) \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} \\
24 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{k+1} y^{n-k} \\
25 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{k+1} y^{n-k} \\
26 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
27 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
28 \intertext{Indexverschiebung in der ersten Summe liefert}
29 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
30 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
31 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
32 \intertext{Zusammenfassen der beiden Summen f"uhrt auf}
33 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
34 &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k y^{n-k} + \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n}{k-1} x^k y^{n+1-k} \\
35 \intertext{sodass elementare Rechenregeln}
36 &= \sum_{k=0}^{n+1} \binom{n+1}{k} x^k y^{n+1-k} \\
37 \end{align*}
38 ergeben. Dies schlie\ss t den Induktionsbeweis ab.
39 \end{document}
40
```

58

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

59

Ein Beispiel zu newtheorem

```
1 % newtheorem.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{amsmath}
5
6 \newtheorem{satz}{Satz}
7 \newtheorem{folgerung}[satz]{Folgerung}
8
9 \begin{document} \large
10 \section{Max und Moritz}
11
12 \begin{satz}[Wilhelm Busch]
13 Max und Moritz, gar nicht tr\`age,
14 S\`agen heimlich mit der S\`age,
15 Ritzeratze! voller T\`ucke,
16 In die Br\`ucke eine L\`ucke.
17 \end{satz}
18
19 \begin{folgerung}
20 Ach, was mu\`ss man oft von b\`osen
21 Kindern h\`oren oder lesen!
22 \end{folgerung}
23
24 \section{Wahre Wort}
25
26 \begin{satz}[Eugen Roth]
27 Ein Mensch erblickt das Licht der Welt,
28 doch oft hat sich herausgestellt
29 nach manchem tr\`ub verbrachten Jahr,
30 dass dies der einzige Lichtblick war.
31 \end{satz}
32 \end{document}
```

60

Ein Beispiel zu numberwithin

```
1 % numberwithin.tex
2 \documentclass[a4paper,11pt]{article}
3
4 \usepackage{amsmath}
5
6 \newtheorem{satz}{Satz}
7 \newtheorem{folgerung}[satz]{Folgerung}
8 %\numberwithin{satz}{section} %*** NEUE ZEILE ***
9
10 \begin{document} \large
11 \section{Max und Moritz}
12
13 \begin{satz}[Wilhelm Busch]
14 Max und Moritz, gar nicht tr\`age,
15 S\`agen heimlich mit der S\`age,
16 Ritzeratze! voller T\`uc\`-ke,
17 In die Br\`ucke eine L\`ucke.
18 \end{satz}
19
20 \begin{folgerung}
21 Ach, was mu\`ss man oft von b\`osen
22 Kindern h\`oren oder lesen!
23 \end{folgerung}
24
25 \section{Wahre Wort}
26
27 \begin{satz}[Eugen Roth]
28 Ein Mensch erblickt das Licht der Welt,
29 doch oft hat sich herausgestellt
30 nach manchem tr\`ub verbrachten Jahr,
31 dass dies der einzige Lichtblick war.
32 \end{satz}
33 \end{document}
```

61

Minipage

► minipage-Umgebung

► \boxed

► \vrule

62

Minipage 1/2

```
1 % minipage.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{amsmath}
6
7 \begin{document}
8 In dieser Zeile folgt eine \texttt{minipage}:
9 %
10 \boxed{%
11 \begin{minipage}[t]{30mm}
12 Dieser Text wird in einer 5.5cm breiten Seite dargestellt.
13 \end{minipage}%
14 }
15 %
16 Und jetzt geht der Text ganz normal weiter. Dabei kann man
17 \texttt{minipage} an der Textzeile oben (\texttt{t}), unten
18 (\texttt{b}) oder zentriert (\texttt{c}) ausrichten.
19 %
20 \boxed{%
21 \begin{minipage}[b]{55mm}
22 W\`ahrend die vorausgegangen \texttt{minipage} an der obersten
23 Zeile ausgerichtet wurde, wird diese \texttt{minipage} an
24 ihrer untersten Zeile ausgerichtet.
25 \end{minipage}%
26 }
27 \end{document}
```

► \begin{minipage}[tbc]{Breite}...\end{minipage}

- Anordnung mit Bezug auf aktuelle Textzeile
 - * t = oberste Zeile der minipage auf Textzeile
 - * b = unterste Zeile der minipage auf Textzeile
 - * c = minipage zentriert (Standard)

► \boxed{...} im amsmath-Package

- macht Box um Text und Formeln

63

Minipage 2/2

```
1 % twocolumn.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage[utf8]{inputenc}
6 \usepackage[ngerman]{babel}
7
8 \begin{document}
9 Die nachfolgenden Texte werden zweispaltig dargestellt:
10
11 \noindent
12 \begin{minipage}[t]{.48\textwidth}
13 Max und Moritz, gar nicht tr\"age,
14 S\"agen heimlich mit der S\"ucke,
15 Ritzeratze! voller T\"ucke,
16 In die Br\"ucke eine L\"ucke.
17 \end{minipage}
18 %
19 \hfill\vrule~\hfill
20 %
21 \begin{minipage}[t]{.48\textwidth}
22 Ein Mensch erblickt das Licht der Welt,
23 doch oft hat sich herausgestellt
24 nach manchem tr\"ub verbrachten Jahr,
25 dass dies der einzige Lichtblick war.
26 \end{minipage}
27
28 Und jetzt l\"auft der Text wieder einspaltig weiter. Dabei
29 muss man nat\"urlich darauf achten, dass beide
30 \texttt{minipage} oben ausgerichtet sind (mittels Option
31 \texttt{t}).
32 \end{document}
```

- ▶ Typische Verwendung von minipage:
 - lokal mehrspaltiger Inhalt im Dokument, z.B.
 - * zwei Tabellen nebeneinander
 - * zwei Abbildungen nebeneinander
 - * Abbildung + Beschreibung nebeneinander

64

Tabellen

- ▶ Tabellen erstellen in L^AT_EX

- ▶ lot-File

- ▶ tabbing-Umgebung

- ▶ tabular-Umgebung

- ▶ table-Umgebung

- ▶ \=, \>

- ▶ \kill

- ▶ \caption

- ▶ \hline

- ▶ \cline

- ▶ \multicolumn

- ▶ \listoftables

65

Die tabbing-Umgebung

```
1 % tabbing.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 \noindent Jetzt kommt eine \texttt{tabbing}-Umgebung:
9 \begin{tabbing}
10 % Definition der Tabulator-Stops
11 \hspace*{25mm} \= \hspace*{4cm} \= \hspace*{6cm} \= \kill
12 % Der ausgerichtete Text
13 Spalte 1 \> Spalte 2 \> Spalte 3 \> Spalte 4 \\\
14 Text A \> Text B \> Text C \\\
15 \> Weiter \> so \> !!
16 \end{tabbing}
17
18 \end{document}
```

- ▶ Zur spaltenweisen Ausrichtung von Text
- ▶ \= Markierung setzen
- ▶ \kill Zeile nicht ausgeben
 - für Definitionszeile
- ▶ \> Textposition auf nächste Markierung setzen

66

Die tabular-Umgebung

```
1 % tabular.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 \begin{tabular}{|l|l|c|l|r|}
9 \hline
10 links & mittig & & mittig & rechts\\
11 \hline\hline
12 1 & 2 & 3 & 4\\
13 5 & 6 & 7 & 8\\
14 \hline
15 \end{tabular}
16
17 \end{document}
```

- ▶ Benutzung wie array-Umgebung
 - Anzahl Spalten angeben & Ausrichtung
 - * mittig (c), links (l), rechts (r)
 - * Blocksatz mit fester Spaltenbreite p{Breite}
 - vertikale Trennlinien mit Pipe (|) angeben
 - * oder eigenes Trennzeichen mit @{Zeichen}
 - Zeilenumbruch mit \\
 - horizontale Trennlinie mit \hline
- ▶ kann Trennlinien auch in array-Umgebung nutzen

67

Mehr zu tabular

```

1 % multicolumn.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 \begin{center}
9 \begin{tabular}{|c|c|c|}
10 \hline
11 Ene & \multicolumn{2}{|c|}{Mene}\\
12 \hline
13 Muh & \& & Raus\\
14 & \cline{2-3}
15 & \& Bist & Du!\\
16 & \& Bist & Du!\\
17 & \hline
18 & \multicolumn{3}{|c|}{Bist Du!}\\
19 \hline
20 \end{tabular}
21 \end{center}
22
23 \end{document}

```

- ▶ Verwende `\cline{von-bis}`, falls horizontale Linie nur Spalten **von** bis **bis** betrifft
- ▶ Verwende `\multicolumn{anz}{style}{text}` für Eintrag **text** über mehrere Spalten
 - **anz** = Anzahl der betroffenen Spalten
 - **style** = analog zu `tabular`-Style, z.B. `{|c|}`

68

Die table-Umgebung

```

1 % table.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document} \Large
7
8 \begin{table}
9 \begin{center}
10 \begin{tabular}{|l||c|c||r|}
11 \hline
12 links & mittig & & mittig & rechts\\
13 \hline\hline
14 1 & 2 & 3 & 4\\
15 5 & 6 & 7 & 8\\
16 \hline
17 \end{tabular}
18 \end{center}
19 \caption{Beispiel}{Dies ist unser erstes Beispiel.}
20 \label{tab:bsp}
21 \end{table}
22
23 \section{Ein Abschnitt}
24
25 Ein erstes Beispiel für die \texttt{table}-Umgebung
26 sehen Sie in Tabelle \ref{tab:bsp}.
27
28 \listoftables
29
30 \end{document}

```

- ▶ idR soll Tabelle nicht Teil von Text sein, sondern herausgehoben mit Unterschrift und Nummer
 - verwende `table`-Umgebung
 - `table`-Umg. auch ohne `tabular`-Umg. möglich
- ▶ `\caption` gibt der Tabelle eine Unterschrift

69

Mehr zu table

- ▶ `table`-Umgebung erzeugt ein sog. *float object*
 - wird von \LaTeX automatisch platziert
 - wird intern in Liste eingetragen und sobald als möglich gesetzt
 - * First-In-First-Out Prinzip
 - * `\clearpage` arbeitet Float-Liste ab, danach Seitenumbruch (`\newpage` = nur neue Seite)
- ▶ Präferenz für Platzierung kann optional als Liste angegeben werden
 - z.B. `\begin{table}[!thpb]`
 - * **!** = force it
 - * **t** = top
 - * **h** = here
 - * **p** = page = Extraseite nur mit *floats*
 - * **b** = bottom
 - wird in angegebener Reihenfolge von \LaTeX in Erwägung gezogen
- ▶ `\listoftables` erzeugt Tabellen-Verzeichnis
 - Einträge werden aus `\caption{...}` übernommen
 - * erstes latex `name.tex` erzeugt `name.lot`
 - * zweites latex `name.tex` bindet Verzeichnis ein
 - Falls Unterschrift zu lang ist, Kurztitel festlegen
 - * `\caption[kurztitel]{unterschrift}`

70

Bilder

- ▶ EPS-Bilder in \LaTeX einbinden
- ▶ `lof`-File
- ▶ `figure`-Umgebung
- ▶ `\includegraphics`
- ▶ `\listoffigures`
- ▶ `\usepackage{graphicx}`

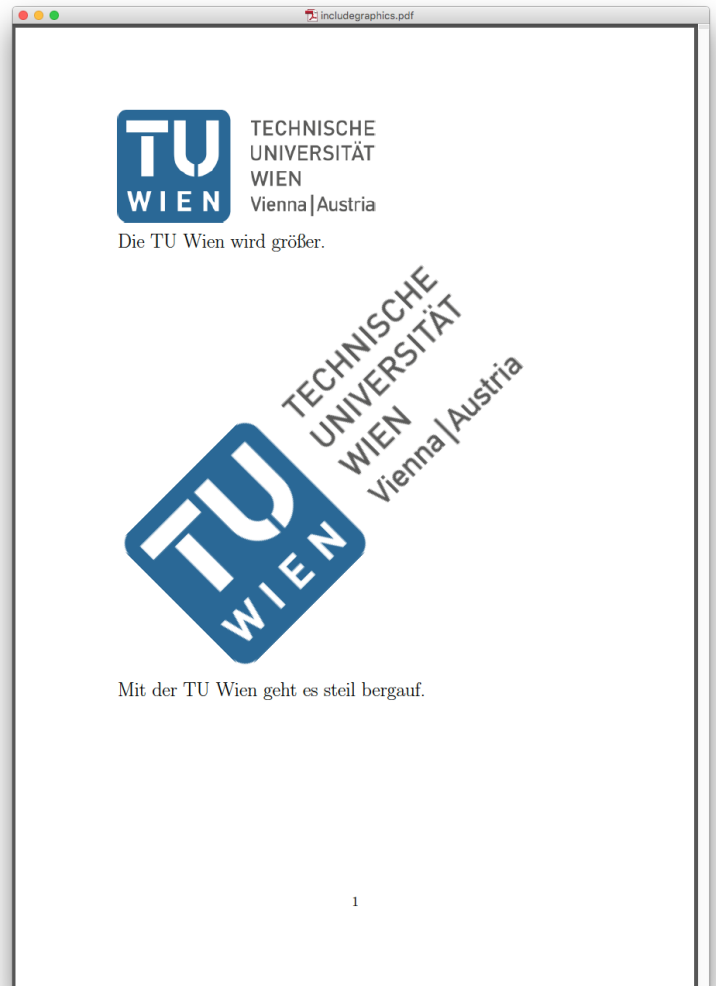
71

Bilder einbinden

```
1 % includegraphics.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{graphicx}
6
7 \begin{document} \Large
8
9 \includegraphics[width=0.5\textwidth]{tu.png}
10
11 Die TU Wien wird gr{o}{ss}er.
12
13 \includegraphics[width=0.8\textwidth,angle=45]
14 {tu.png}
15
16 Mit der TU Wien geht es steil bergauf.
17
18 \end{document}
```

- ▶ Einbinden `\usepackage{graphicx}`
- ▶ Bild einbinden mittels `\includegraphics[options]{filename}`
 - Optionale Parameter sind
 - * `width=num` : Breite festlegen (& ggf. skalieren)
 - * `height=num` : Höhe festlegen (& ggf. skalieren)
 - * `scale=num` : Bild skalieren
 - * `angle=num` : Bild drehen (math. pos. Grad)

72



Bildformate

- ▶ latex kann nur Bilder im EPS- und PS-Format
 - siehe z.B. Braune-Lammarsch-Lammarsch
 - * unter `graphicx`-Paket bzw. `color`-Paket
- ▶ pdflatex kann nur Formate PDF / JPG / PNG
 - * pdflatex `name.tex`
- ▶ Entweder EPS direkt erzeugen (z.B. aus Matlab) oder konvertieren
 - z.B. convert `file.jpg file.eps` in UNIX
- ▶ `\includegraphics[options]{filename}` verwendet
 - Erweiterung `.eps` bei latex
 - Erweiterung `.jpg` bei pdflatexfalls keine Erweiterung gegeben.
 - * `\includegraphics{tu}` lädt passendes `tu.*`

74

Die figure-Umgebung

```
1 % figure.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{graphicx}
6
7 \begin{document} \Large
8
9 \listoffigures
10 \clearpage
11
12 \begin{figure}[t]
13 \begin{center}
14 \includegraphics[width=.5\textwidth,angle=45]{tu}
15 \caption[Es geht bergauf mit der TU]%
16 {Wenn es aufw\arts geht, dann soll man das auch
17 festhalten.}
18 \label{fig:bsp}
19 \end{center}
20 \end{figure}
21
22 \section{Ein Abschnitt}
23
24 Ein erstes Beispiel f\"ur die
25 \texttt{figure}-Umgebung
26 sehen Sie in Abbildung~\ref{fig:bsp}.
27
28 \end{document}
```

- ▶ Verwendung von figure analog zu table
- ▶ `\listoffigures` erzeugt Abbildungsverzeichnis
 - erzeugt Datei `name.lof`

75

Stichwortverzeichnis

- ▶ Index (Stichwortverzeichnis) anlegen
- ▶ idx-File, ind-File, ilg-File

▶ `\makeindex, \printindex`

▶ `\index`

▶ `\usepackage{makeidx}`

▶ `\usepackage{showidx}`

76

Index anlegen

- ▶ `\usepackage{makeidx}` einbinden
 - `\makeindex` im Kopf des L^AT_EX-Codes
 - `\printindex` im Rumpf, wo Index erscheinen soll
- ▶ Vorgehen: latex `file`, makeindex `file`, latex `file`
 - erstes latex + `\makeindex` erzeugt
 - * `file.idx` = unsortierte Index-Einträge
 - makeindex `file` erzeugt
 - * `file.ind` = sortierter Index
 - * `file.ilg` = Index-Log-File
 - zweites latex + `\printindex` bindet Index ein
- ▶ `\usepackage{showidx}` zeigt Index-Einträge an
- ▶ Index-Eintrag mit
 - `\index{eintrag}`
 - `\index{eintrag!untereintrag}`
 - `\index{virtuell@eintrag}`
- ▶ Virtuelle Einträge sind nötig, um Sonderzeichen oder mathematische Symbole in Index einzuordnen
 - `\index{wünschenswert @wünschenswert }`
 - * Regel: ä,ü,ö unter a,u,o sowie ß unter ss
 - `\index{R @\R$}`
- ▶ in der Regel `\index{...}%`
 - damit Zeilenumbruch kein Leerzeichen

77

Beispiel zu Index

```
1 % index.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{amsmath,amssymb,amsthm}
6 \usepackage{makeidx}
7 \usepackage{showidx}
8
9 \newtheorem{satz}{Satz}
10
11 \newcommand{\C}{\mathbb C}
12 \newcommand{\N}{\mathbb N}
13 \newcommand{\K}{\mathbb K}
14 \newcommand{\R}{\mathbb R}
15
16 \makeindex
17
18 \begin{document} \Large
19
20 \begin{satz}[Bolzano-Weierstrass]
21 %
22 \index{Bolzano}%
23 \index{Bolzano!Satz von -Weierstrass}%
24 \index{Satz!Bolzano-Weierstrass}%
25 \index{Bolzano@textbf{Bolzano}}%
26 \index{Weierstrass}%
27 \index{Weierstrass!Satz von Bolzano-}%
28 %
29 Ein normierter Vektorraum  $X$  "uber  $K$  in  $\{R,C\}$  ist
30 genau dann endlichdimensional, wenn jede beschr"ankte Folge
31  $\{x_n\}_{n \in \mathbb N}$  in  $X$  eine konvergente Teilfolge hat.\qed
32 \end{satz}
33
34 \printindex
35
36 \end{document}
```

78

Literaturverzeichnis

- ▶ wissenschaftlich korrektes Zitieren
- ▶ Literaturverzeichnis anlegen

▶ thebibliography-Umgebung

▶ `\bibitem, \cite`

79

Literatursuche

- ▶ <http://catalogplus.tuwien.ac.at/>
 - Bibliothekskatalog der TU Wien (Bücher und Zeitschriften der UB)
- ▶ <http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit>
 - elektronische Zeitschriftenbibliothek mit Links zu Online-Journals (inkl. Ampel-Darstellung)
- ▶ <http://books.google.at>
 - Volltextsuche in Büchern
- ▶ <http://www.zentralblatt-math.org/zmath/de>
 - bibliographische Daten math. Veröffentl.
 - freier Zugang innerhalb TU Wien
- ▶ <http://www.ams.org/mathscinet>
 - bibliographische Daten math. Veröffentl.
 - Abkürzungsverzeichnis für Zeitschriften
 - freier Zugang innerhalb TU Wien

80

Wissenschaftliches Arbeiten

- ▶ In offiziellen mathematischen Dokumenten muss Autor Quellen angeben
 - im Literaturverzeichnis am Ende
 - * vollständige Liste aller verwendeten Hilfen
 - im Fliesstext genaue Angabe
 - * woher Ergebnisse, Ideen oder Beweise übernommen wurden
 - * ob Teile wörtlich übernommen wurden
- ▶ Zitate ersichtlich machen
 - genaue Angabe der Quelle (inkl. Angabe von Seite bzw. Abschnitt)
 - direkte Zitate (gleicher Wortlaut) hervorheben
 - auch indirekte Zitate (Paraphrasen) deutlich machen
- ▶ Eigenleistung des Autors muss klar werden
 - z.B. einheitliche Darstellung eines Stoffs aus mehreren Quellen
 - * genaue Angabe: Was stammt woher?
 - z.B. zusammenfassende Darstellung eines Stoffs
 - z.B. eigene Beweisidee, aber bekanntes Resultat
 - z.B. eigenes Resultat & eigener Beweis
- ▶ Im Extremfall: Vorwurf des Plagiats
 - Aberkennung akademischer Titel
 - ggf. juristisches Nachspiel

81

Literaturverzeichnis anlegen

- ▶ thebibliography-Umgebung :
 - startet mit `\begin{thebibliography}{string}`
 - * `string` gibt nur max. Länge von Markern an
 - Einträge mittels `\bibitem[marker]{label}`
 - * `label` definiert Label zum Zitieren
 - * optionales `marker` gibt Kennung für Eintrag
 - * falls `marker` fehlt \Rightarrow Nummer zugewiesen
- ▶ Zitieren im Text mittels
 - `\cite[string]{referenz}`
 - * `referenz` ist gerade `label` von `\bibitem`
 - * optionaler `string` wird zusätzlich ausgegeben, z.B. expliziter Verweis auf einen Satz
 - * `\cite{ref}` erzeugt Referenz [15] im Text
 - * `\cite[Satz~3.4]{ref}` liefert [15, Satz 3.4]
 - Listen `\cite{ref1,ref2,...}` sind erlaubt
 - * führt auf [15,16–18,20]

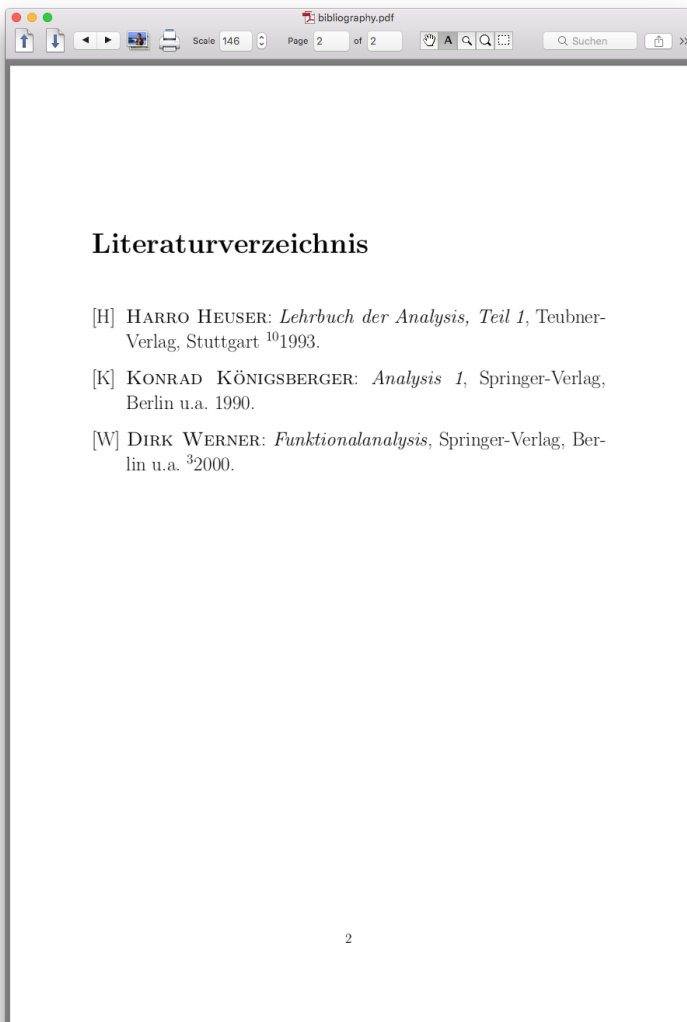
82

```

1 % bibliography.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{report}
3
4 \usepackage{fullpage}
5 \usepackage{amssymb}
6
7 \newcommand{\K}{\mathbb K}
8 \begin{document} \Large
9
10 In den Einführungsveranstaltungen zur Analysis wird
11 üblicherweise nur die eine Implikation des Satzes von
12 Bolzano-Weierstrass bewiesen, nämlich dass in jedem
13 endlichdimensionalen normierten Raum  $\mathbb{K}^n$  jede
14 beschränkte Folge eine konvergente Teilfolge besitzt. In
15 der gängigen Lehrbuchliteratur (siehe \cite{heuser,koenigsberger})
16 findet sich der Beweis beispielsweise
17 in \cite[Abschnitt 5.5]{koenigsberger}
18 bzw. \cite[Abschnitt 22]{heuser}. Die allgemeine
19 Formulierung, dass diese Eigenschaft bereits die
20 endlichdimensionalen  $\mathbb{R}^n$  charakterisiert wird
21 in \cite[Satz I.2.7]{werner} bewiesen.
22
23 \begin{thebibliography}{99}
24
25 \bibitem[H]{heuser}
26 \textsc{Harro Heuser}:
27 \emph{Lehrbuch der Analysis, Teil 1},
28 Teubner-Verlag, Stuttgart 1993.
29
30 \bibitem[K]{koenigsberger}
31 \textsc{Konrad Königsberger}:
32 \emph{Analysis 1},
33 Springer-Verlag, Berlin u.a. 1990.
34
35 \bibitem[W]{werner}
36 \textsc{Dirk Werner}:
37 \emph{Funktionalanalysis},
38 Springer-Verlag, Berlin u.a. 2000.
39
40 \end{thebibliography}
41
42 \end{document}

```

83



Grundsätzliches

- ▶ Einträge im Literaturverzeichnis einheitlich!
 - alle Vornamen abkürzen oder ausschreiben
 - gleiches Layout für alle Einträge
 - insb. einheitliche Groß-Kleinschreibung
 - am Ende jedes Eintrags Punkt oder nicht!
- ▶ gewisse Sortierung
 - alphabetisch nach Erstautor
 - chronologisch nach Veröffentlichungsjahr
 - chronologisch nach Reihenfolge des Zitierens
- ▶ korrekte Abkürzung bei Zeitschriften
 - laut <http://www.ams.org/mathscinet>

Welche Informationen mindestens?

- ▶ Artikel in Fachzeitschriften
 - Autoren, Titel, Zeitschrift, Ausgabe, Jahr, Seitennummern
- ▶ Bücher
 - Autoren, Titel, Verlag, Ort, (Auflage,) Jahr
- ▶ Akademische Abschlussarbeiten
 - Autor, Titel, Art der Arbeit, Universität, Ort, Jahr

85

Dateien

- ▶ Übersicht über L^AT_EX-Hilfsdateien
- ▶ **make**

86

L^AT_EX-Dateien

- ▶ Shell-Befehl latex **name.tex** erzeugt
 - **name.aux** = Referenzen
 - * wird automatisch eingebunden
 - **name.log** = Log-File
 - **name.dvi** = „eigentliches“ Dokument
- ▶ Verwendung `\usepackage{makeidx}` & `\makeindex`
 - **name.idx** = unsortierte Index-Einträge
- ▶ Shell-Befehl makeindex **name** erzeugt
 - **name.ilg** = Index-Log-File
 - **name.ind** = sortierte Index-Einträge
 - * wird durch `\printindex` eingebunden
- ▶ `\tableofcontents` erzeugt und bindet ein
 - **name.toc** = Table of Contents
 - * wird automatisch eingebunden
- ▶ `\listoftables` erzeugt und bindet ein
 - **name.lot** = List of Tables
 - * wird automatisch eingebunden
- ▶ `\listoffigures` erzeugt und bindet ein
 - **name.lof** = List of Figures
 - * wird automatisch eingebunden

87

Make

```
1 FILE = datei
2
3 all:
4     latex $(FILE).tex
5     makeindex $(FILE)
6     latex $(FILE).tex
7     latex $(FILE).tex
8     dvips $(FILE).dvi -o $(FILE).ps -Ppdf
9     ps2pdf $(FILE).ps
10
11 clean:
12     rm -rf *.dvi *.ps *.pdf
13     rm -rf *~ *.bak
14     rm -rf *.log *.aux *.toc
15     rm -rf *.ilg *.idx *.ind
16     rm -rf *.lot *.lof
17     rm -rf *.blg *.bbl
18     rm -rf *.nav *.out *.snm
```

- ▶ Aufruf z.B. mittels make, make **all**, make **clean**
 - Zu Syntax siehe WWW oder Schmaranz-Buch
- ▶ Leistungsfähigeres im WWW
 - z.B. <http://xpt.sourceforge.net/tools/latexmake>

88

Packages

- ▶ Übersicht über behandelte Packages

- ▶ `\usepackage{color}`
- ▶ `\usepackage{geometry}`
- ▶ `\usepackage{listings}`

89

Bisher behandelte Packages

- ▶ `\usepackage{fullpage}`
 - minimiert Ränder auf 2.5cm
- ▶ `\usepackage[option]{inputenc}`
 - (deutsche) Sonderzeichen im \LaTeX -Code OK
 - [utf8] auf UNIX, [latin1] auf WIN
- ▶ `\usepackage[ngerman]{babel}`
 - Spracheinstellung **ngerman** = neue dt. Rechts.
 - Silbentrennung, Überschriften etc.
- ▶ `\usepackage{amsmath}`
 - Umgebungen & Makros für Mathematik
- ▶ `\usepackage{amssymb}`
 - Sammlung mathematischer Sonderzeichen
- ▶ `\usepackage{amsfonts}`
 - div. Schriftarten (Kalligraphisch, Fraktur etc.)
- ▶ `\usepackage{ifthen}`
 - Steuerkonstrukte: **if-then-else**, Schleifen etc.
- ▶ `\usepackage{graphicx}`
 - Einbinden von Graphiken: **eps/ps** vs. **jpg/pdf**
- ▶ `\usepackage{makeidx}`
 - Stichwortverzeichnis
- ▶ `\usepackage{showkeys}`, `\usepackage{showidx}`
 - Anzeige Labels, Refs bzw. Indexeinträge

90

color Package

- ▶ `\usepackage{color}`
- ▶ wenige vordefinierte Farben:
 - **black**, **white**, **red**, **blue**, **green**, **yellow**, **cyan**, **magenta**
- ▶ Farbe **farbe** selber definieren durch
 - `\definecolor{farbe}{rgb}{rot,grün,blau}`
 - * **rot**, **grün**, **blau** Werte in [0,1]
 - `\definecolor{farbe}{gray}{stärke}`
 - * **stärke** ist Wert in [0,1] mit 0 = schwarz
- ▶ `\color{farbe}` ändert Schriftfarbe
- ▶ `\textcolor{farbe}{text}` gibt **text** in **farbe** aus
- ▶ `\colorbox{farbe}{text}` wählt Hintergrund für **text**
- ▶ `\pagecolor{farbe}` ändert Seitenhintergrund
- ▶ Viele DVI-Viewer können keine Farben
 - trotzdem Vorhanden
 - Dokument als **ps** oder **pdf** anschauen

91

geometry Package

- ▶ `\usepackage[options]{geometry}`
 - Google [latex geometry package](#) gibt Manual
- ▶ erlaubt einfache Einrichtung der Seitenränder
- ▶ **options** durch Beistrich getrennt, z.B.
 - `top=2.5cm`
 - `bottom=2.5cm`
 - `left=2.5cm`
 - `right=2.5cm`
 - `twoside`
- ▶ erlaubt Vergrößerung der ganzen Seite
 - `mag=1414` Vergrößerung um $1.414 \approx \sqrt{2}$
 - * aus DIN A4 wird DIN A3
- ▶ erlaubt Vergrößerung der Schriftart
 - `mag=2000` Vergrößerung um Faktor 2

92

listings Package

- ▶ `\usepackage{listings}`
 - Google [latex listings package](#) gibt Manual
- ▶ zum Einbinden von Quellcode in Dokumente
- ▶ zahlreiche Optionen, z.B.
 - `\lstset{language=C}`
 - * Sprache, z.B. C, C++, Matlab, Python, LaTeX.
 - `\lstset{numbers=left}`
 - * Zeilennummerierung links, sonst aus
 - `\lstset{keywordstyle=\bfseries}`
 - * Schlüsselworte fett
 - `\lstset{commentstyle=\color{green}\textit}`
 - * Kommentare grün & kursiv
 - `\lstset{stringstyle=\texttt}`
 - * Strings als Strings ausgeben
 - `\lstset{showstringspaces=false}`
 - * Leerzeichen in Strings nicht markieren
 - `\lstset{emph={x1,x2,...},emphstyle=\bfseries}`
 - * Schlüsselworte `x1`, `x2` def. & hervorheben
- ▶ Einbinden durch
 - `\lstinline` im Text, Verwendung wie `\lstinline`
 - * Z.B. `\lstinline$printf("Hello World!\n");$`
 - `\begin{lstlisting} ... \end{lstlisting}`
 - `\lstinputlisting{filename}`

93

Beispiel zu listings

```

1 % listings.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3 \usepackage{fullpage}
4 \usepackage{color}
5 \usepackage{listings}[language=python]
6 \usepackage{moreverb}
7
8 \begin{document}
9
10 \listinginput{1}{helloworld.py}
11
12 \hrule
13
14 \lstset{language=python}
15 \lstset{numbers=left}
16 \lstset{emph={printf,main},emphstyle=\bfseries}
17
18 \lstinputlisting{helloworld.py}
19
20 \hrule
21
22 \lstset{language=Matlab}
23 \lstset{commentstyle=\color{green}\emph}
24 \lstset{stringstyle=\texttt,showstringspaces=false}
25
26 \begin{lstlisting}
27 function helloWorld
28 % Ausgabe von Text
29 disp('Hello World!');
30 end
31 \end{lstlisting}
32
33 \end{document}

```

- ▶ Für VO-Folien verwende ich `\listinginput` aus `\usepackage{moreverb}`
 - nicht ganz so hübsch, aber besser für Projektor

94

BibTeX

- ▶ Automatisches Formatieren und Sortieren des Literaturverzeichnis
- ▶ `bibtex`
- ▶ `\bibliography`
- ▶ `\bibliographystyle`
 - `plain`, `unsrt`, `alpha`, `abbrv`
- ▶ `\cite`, `\nocite`, `\nocite{*}`
- ▶ `\usepackage{natbib}`
 - `plainnat`, `unsrtnat`, `abbrvnat`
- ▶ `latex makebst`

95

Literaturverzeichnis

- ▶ Fehlerquellen bei thebibliography-Umgebung:
 - einheitliche Formatierung der Einträge
 - falsche Sortierung der Einträge
 - falsch abgetippte bibliographische Daten
 - Literatur zitiert, die nie verwendet wird
- ▶ Änderung der Formatierung ist schwierig, aber
 - nötig auf Wunsch des Betreuers
 - nötig gemäß Vorgaben einer Zeitschrift
- ▶ Abhilfe: BibTeX
 - Trennung von Inhalt und Layout
 - * Einträge werden einheitlich formatiert
 - * Einträge werden automatisch sortiert
 - nur Einträge, die auch zitiert werden
 - bibliographische Daten i.a. fehlerfrei in WWW
 - * <http://www.zentralblatt-math.org/zmath/de>
 - * <http://www.ams.org/mathscinet>

96

BibTeX

- ▶ ersetze thebibliography-Umgebung in L^AT_EX durch
 - `\bibliographystyle{style}`
 - `\bibliography{datei1,datei2,... }`
- ▶ BibTeX **style** = Art der Formatierung der Einträge
 - Standardvorlagen:
 - * plain = alphabetisch nach Autor, numeriert
 - * unsrt = sortiert nach Zitierung, numeriert
 - * alpha = wie plain, aber generische Marker
 - * abbrv = wie plain, Autorennamen abgekürzt
- ▶ bibliographische Daten in Dateien **datei.bib**
 - Einträge kann man wörtlich aus WWW kopieren (e.g., Bücher)
- ▶ Verwendung von `\cite{...}` wie bisher
- ▶ Kompilieren (latex, bibtex, 2× latex)
 - latex **name.tex** : erzeugt **name.aux**
 - * Information über undefined references
 - bibtex **name** : erzeugt **name.bbl**, **name.blg**
 - * .bbl enthält thebibliography-Umgebung
 - * .blg enthält BibTeX Log-File
 - latex **name.tex** bindet **name.bbl** ein
 - latex **name.tex** löst `\cite`-Referenzen auf

97

Eine erste bib-Datei

```

1 % mathscinet.bib
2
3 @article {cars07a,
4   AUTHOR = {Carstensen, Carsten and Praetorius, Dirk},
5   TITLE = {Averaging techniques for the effective
6     numerical solution of {S}ymm's integral
7     equation of the first kind},
8   JOURNAL = {SIAM J. Sci. Comput.},
9   VOLUME = {27},
10  YEAR = {2006},
11  NUMBER = {4},
12  PAGES = {1226--1260},
13 }
14
15 @article {auzi05a,
16   AUTHOR = {Auzinger, Winfried and Koch, Othmar and
17     Praetorius, Dirk and Weinm{\u}ller, Ewa},
18   TITLE = {New a posteriori error estimates for singular
19     boundary value problems},
20   JOURNAL = {Numer. Algorithms},
21   VOLUME = {40},
22   YEAR = {2005},
23   NUMBER = {1},
24   PAGES = {79--100},
25 }
26
27 @article {prae04a,
28   AUTHOR = {Praetorius, Dirk},
29   TITLE = {Analysis of the operator
30     {${\Delta}^{-1}}$ arising in
31     magnetic models},
32   JOURNAL = {Z. Anal. Anwendungen},
33   VOLUME = {23},
34   YEAR = {2004},
35   NUMBER = {3},
36   PAGES = {589--605},
37 }

```

- ▶ Einträge (in gekürzter Form) aus WWW kopiert
<http://www.ams.org/mathscinet>
- ▶ more natbib styles
https://de.overleaf.com/learn/latex/Natbib_bibliography_styles

98

Ein erstes Beispiel

```

1 % mathscinet.tex
2 \documentclass[a4paper,12pt]{article}
3
4 \usepackage{fullpage}
5
6 \begin{document}\large
7
8 \begin{itemize}
9
10 \item Die Arbeit~\cite{prae04a} besch\`aftigt sich mit
11 der Berechnung des magnetischen Potentials in Abh\`angigkeit
12 von der Magnetisierung. Das zentrale Ergebnis ist
13 \cite[Theorem 5.2]{prae04a}.
14
15 \item In~\cite{auzi05a} betrachten wir Strategien zur
16 a\`posteriori Fehlersch\`atzung bei gew\`ohnlichen
17 Differentialgleichungen.
18
19 \item In der Arbeit~\cite{cars07a} wird eine
20 Netzverfeinerungsstrategie f\`ur Integralgleichungen
21 vorgeschlagen und analysiert.
22
23 \end{itemize}
24
25 % vordefiniert: plain, unsrt, alpha, abbrv
26 \bibliographystyle{abbrv}
27 \bibliography{mathscinet}
28
29 \end{document}

```

99

Aufbau einer bib-Datei

- ▶ Textdatei mit Einträgen der Gestalt

```
@art {marker,
      feldname = {text},
      :
      feldname = {text},
}
```

- ▶ Einrückung nur zur Übersicht
- ▶ Jedes **marker** darf nur 1x vorkommen
 - Zitieren mittels `\cite{marker}`
- ▶ Latin1-Kodierung verboten!
 - Sonderzeichen in Klammern { } als L^AT_EX-Code
 - `Pr{"a}torius` statt `Pr ätorius`
- ▶ Großschreibung (z.B. im Titel) ggf. erzwingen
 - `solution of {S}ymm's integral equation`
 - `{\Delta^{-1}}{\rm div}`

Literaturverzeichnis

- ▶ Damit Eintrag **marker** im Literaturverzeichnis
 - entweder zitieren `\cite{marker}`
 - oder explizit fordern `\nocite{marker}`
 - oder alles anzeigen `\nocite{*}`

100

Vordefinierte bib-Standards

```
▶ @art {marker,
      feldname = {text},
      :
      feldname = {text},
}
```

- ▶ Einträge haben **obligatorische** und **optionale** Felder
 - wird durch BibT_EX-Style definiert
 - **unbekannte** Feldnamen werden ignoriert
 - * nur weitere Information
 - * oder eigenen BibT_EX-Style programmieren

- ▶ Einige Standardeinträge

art	obligatorisch	optional
article	author, title, journal, year	volume, number, pages, month, note
book	author/editor, title, publisher, year	volume/number, series, address, edition, month, note
masterthesis	author, title, school, year	type, address, month, note
phdthesis	author, title, school, year	type, address, month, note

- ▶ mehr unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Bibtex>
- ▶ Autoren in der Form
 - **Vorname Nachname** oder **Nachname, Vorname**
 - ggf. Klammern setzen **Ludwig {van Beethoven}**
 - mehrere Autoren durch and verbinden

101

Style-Files style.bst

- ▶ BibT_EX Style-Files style.bst
 - einbinden durch `\bibliographystyle{style}`
- ▶ als Download im WWW bei Zeitschriften
- ▶ DIN 1505 (deutsche Zitiernorm)
 - Download aus WWW (→ Google-Suche)
 - * alphadin.bst
 - * plaindin.bst
 - * unsrtdin.bst
 - * abbrvdin.bst
- ▶ eigenes Layout erstellen durch `latex makebst`
 - oder vorhandene Style-Files modifizieren
- ▶ Bernd Raichle (2002)
 - „Einführung in die BibT_EX-Programmierung“

102