

# Einführung in $\text{\LaTeX}$

(Vorbereitung auf das Grundpraktikum Physik)

Simon May  
`simon.may@uni-muenster.de`

Fachschaft Physik

6. Oktober 2017



**Wichtig:** Wenn es Fragen gibt – fragen!

Wenn es zu schnell geht – Bescheid sagen!

Der Inhalt ist wegen der geringen Zeit komprimiert, d. h. man kann sich zunächst etwas überwältigt fühlen...

# Was ist L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X?

1978: T<sub>E</sub>X (Donald E. Knuth); aktuelle Version: 3.14159265

- Programm zum guten und präzisen Textsatz von Büchern (insbesondere mit mathematischem Inhalt)
- Heute: Viele Erweiterungen; zu Beginn oft verwirrend!
- pdfT<sub>E</sub>X, X<sub>Ǝ</sub>T<sub>E</sub>X, LuaT<sub>E</sub>X
- Derzeit am ausgereiftesten/sinnvollsten: pdfT<sub>E</sub>X

pdfT<sub>E</sub>X: Gibt PDF-Dateien (direkt) aus

X<sub>Ǝ</sub>T<sub>E</sub>X: UTF-8 (Sonderzeichen!) und Zugriff auf alle Schriftarten des Systems

LuaT<sub>E</sub>X: X<sub>Ǝ</sub>T<sub>E</sub>X-Features + Programmierbarkeit mit Lua

1980er: L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X (Leslie Lamport); aktuelle Version: L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>

- Eine Sammlung von selbstdefinierten Befehlen („Makros“) in T<sub>E</sub>X; soll Benutzung von T<sub>E</sub>X vereinfachen
- Prinzip: „Logisches Markup“ – man sagt z. B.: „jetzt kommt eine Überschrift“ und L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X kümmert sich um gutes Aussehen, Abstände, Seitenumbrüche, Inhaltsverzeichnis etc.
- Besondere Stärken von L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X:
  - ▶ Automatische Nummerierung (Gleichungen, Tabellen, Abbildungen...) und Verweise
  - ▶ Literaturverwaltung
  - ▶ Automatisches Literaturverzeichnis, Inhaltsverzeichnis, Tabellen- und Abbildungsverzeichnis
  - ▶ Mathematischer Satzatz
  - ▶ Programmierbarkeit

T<sub>E</sub>X und L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sind FOSS (freie Software)!

# Struktur eines L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Dokuments

```
1 | \documentclass{scrartcl} ← Art des Dokuments
```

```
2 |
```

```
3 | Hier befindet sich die sogenannte Präambel. Globale Einstellungen und das  
  | Verwenden von Paketen (LATEX-Erweiterungen) finden hier statt.
```

```
4 |
```

```
5 | \begin{document}
```

```
6 |
```

```
7 | Hierhin wird der Inhalt des Dokuments geschrieben.
```

```
8 |
```

```
  | ...
```

```
9 |
```

```
10 | % Dies ist ein Kommentar. Er beginnt mit dem Prozentzeichen
```

```
11 | % "%" und reicht bis zum Ende der Zeile.
```

```
12 | % Er wird von LaTeX ignoriert und taucht im Dokument
```

```
13 | % nicht auf.
```

```
14 |
```

```
15 | \end{document}
```

# Ganz normaler Text

- Für Fließtext gibt man in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X eigentlich nur ganz normal seinen Text ein:

```
1 | \documentclass{scrartcl}
2 | \begin{document}
3 | Dies ist ein Beispielttext. Er
4 | soll das Schreiben von
5 | Fließtext verdeutlichen.
6 | Eigentlich kann man seinen
7 | Text ganz normal eingeben.
8 | Seitenumbrüche, Blocksatz und
9 | das Setzen von Bindestrichen
10 | (letzteres mit dem richtigen
11 | Paket) geschehen automatisch.
12 | \end{document}
```

Dies ist ein Beispielttext. Er soll das Schreiben von Fließtext verdeutlichen. Eigentlich kann man seinen Text ganz normal eingeben. Seitenumbrüche, Blocksatz und das Setzen von Bindestrichen (letzteres mit dem richtigen Paket) geschehen automatisch.

- aber es gibt doch einige Besonderheiten...

## Besonderheiten bei der Eingabe

- Mehrere Leerzeichen und einzelne Zeilenumbrüche werden ignoriert:  
`Ein kleiner                      Test                      Ein kleiner Test 123`  
123

- Für einen Zeilenumbruch: „\\“; für einen neuen Absatz: Leerzeile

- Einige spezielle Zeichen können nicht direkt eingegeben werden:  
`# $ ^ & _ { } ~ \ %`

- Eingabe durch Hinzufügen von „\“:<sup>1</sup>

`\# \ $ \^{} \& \_ \{ \} \~{} \textbackslash{} \%`

`\# $ ^ & _ { } ~ \ %`

- `{ }` erzeugen sog. Gruppen. Diese beschränken die Wirkung von Einstellungen/Befehlen:

`{Dieser Text \tiny`

`ist klein}` und dieser nicht

Dieser Text ist klein und dieser  
nicht

---

<sup>1</sup>Die `{ }` sind notwendig, weil `\^` und `\~` für Akzente genutzt werden; „\\“ ist ein Zeilenumbruch, kein `\`.

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Befehle

- Beginnen mit „\“
- Enthalten nur Buchstaben
- Können „alleinstehende“ Befehle sein:
  - „\LaTeX“ (= L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X)...
- ...oder Parameter in *geschwungenen Klammern* { } annehmen:
- Befehle sind wie mathematische Funktionen:
- *Optionale* Parameter in eckigen Klammern [ ]:
- *Umgebungen* wirken auf den enthaltenen Text:

```
\documentclass{sartcl}
```

```
\begin{document}
```

```
...
```

```
\end{document}
```

```
\documentclass{sartcl}
```

```
\f{a}{b}{c} \hat{=} f(a, b, c)
```

```
\documentclass[a4paper]{sartcl}
```

```
\begin{document} Text \end{document}
```



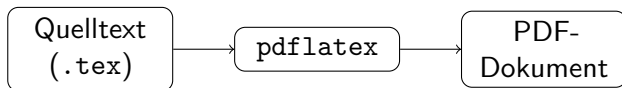
- Vorsicht: Leerzeichen direkt nach einem Befehl ohne Parameter werden ignoriert:

<code>\LaTeX</code> ist super	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X ist super
<code>\LaTeX\</code> ist super	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X ist super
<code>\LaTeX{}</code> ist super	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X ist super
<code>{\LaTeX}</code> ist super	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X ist super

- Abhilfe schaffen ein manuelles Leerzeichen „\ “, eine leere Gruppe danach oder das Umschließen mit einer Gruppe
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ist case-sensitiv (`\LaTeX`  $\neq$  `\latex`)

# Was mache ich jetzt mit meinem L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Quelltext?

- Der Quelltext wird von L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X verarbeitet, um das Ausgabedokument zu erzeugen



- Das muss u. U. mehrmals gemacht werden (z. B. bei Verweisen)  
Grund: L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X erzeugt beim Kompilieren Hilfsdateien mit Zusatz-Informationen (.aux, .out, .toc...)
- Kommandozeile: „pdflatex dokument.tex“ ...
- ...aber wenn ihr einen guten Editor habt (z. B. TeXStudio), müsst ihr euch um all das nicht kümmern

# Was tun, wenn das Dokument nicht kompiliert?

- Die Fehlermeldung lesen!
- Leider ist die nicht immer hilfreich...
- Nach Fehlermeldung suchen; oft hilfreich:  
<https://tex.stackexchange.com>
- Manchmal steckt der Fehler in (alten) Hilfsdateien! Ohne Bedenken löschar (einzig wichtige Datei: .tex)
- Letzter Ausweg: Zeile für Zeile auskommentieren (%), bis es fehlerfrei kompiliert → problematische Stellen finden
- Manchmal erkennt man auch an der (halb-)fertigen PDF, wo der Fehler ist

# Grundlegende L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Befehle

- `\:` Zeilenumbruch; `\newpage` bzw. `\clearpage`: Neue Seite

- Schriftart

- ▶ `\textbf{fett}` — **fett**
- ▶ `\textit{kursiv}` — *kursiv*
- ▶ `\texttt{Schreibmaschine}` — Schreibmaschine
- ▶ `\underline{unterstrichen}` — unterstrichen
- ▶ `\textsc{Kapitälchen}` — KAPITÄLCHEN

- `\begin{center}`zentriert`\end{center}`

`\begin{flushleft}`linksbündig`\end{flushleft}`

`\begin{flushright}`rechtsbündig`\end{flushright}`

zentriert

linksbündig

rechtsbündig

- Textgröße: `\tiny \scriptsize \footnotesize \small \normalsize \large \Large \LARGE \huge \Huge`  
(Achtung: Textgröße gilt, bis sie wieder geändert wird → Gruppierung `{...}` verwenden! Beispiel: `{\LARGE ...}`)  
 tiny scriptsize footnotesize small normalsize large Large L<sup>A</sup>RGE  
 huge H<sup>U</sup>ge
- Achtung: Nicht zu wild mit Schriftarten (und besonders -Größen) hantieren! Wirkt sonst inkonsistent oder unprofessionell!
- Verwendung von Schriftarten etc. meist nur zu Beginn des Dokuments, wenn man das Aussehen *global* anpasst. Ansonsten: Aussehen L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X überlassen!

# Aufzählungen

## • Ungeordnet:

```
\begin{itemize}
  \item Ein Punkt
  \item Noch ein Punkt
\end{itemize}
```

- ▶ Ein Punkt
- ▶ Noch ein Punkt

## • Geordnet:

```
\begin{enumerate}
  \item Erster Punkt
  \item Zweiter Punkt
\end{enumerate}
```

- ① Erster Punkt
- ② Zweiter Punkt

## • Beschreibung:

```
\begin{description}
  \item[\LaTeX] Ein
    Textverarbeitungssystem
  \item[TeXstudio] Editor
    für \LaTeX-Quelltext
\end{description}
```

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X** Ein Textverarbeitungssystem  
**TeXstudio** Editor für L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Quelltext

- Gliederung

- ▶ `\part{Teil}`
- ▶ `\chapter{Kapitel}` (nicht bei `scrartcl`)
- ▶ `\section{Abschnitt}`
- ▶ `\subsection{Unterabschnitt}`
- ▶ `\subsubsection{Unterunterabschnitt}`
- ▶ `\paragraph{Absatz}`
- ▶ `\subparagraph{Unterabsatz}`

- Überschriften werden automatisch nummeriert und dem Inhaltsverzeichnis hinzugefügt. Möchte man beides nicht, kann man \* anhängen (z.B. `\section*{Text}`)
- `\input{datei.tex}`: Die Datei wird exakt an der Stelle in das Dokument eingefügt → Übersichtlichkeit im Quelltext!

# Mathematik in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X unterscheidet zwischen Text- und Mathemodus
- Mathematische Befehle nur im Mathemodus möglich!
- Umgebungen für den Mathemodus:<sup>2</sup>
  - ▶ `$ ... $`: Formel in der Textzeile („inline“)
 
$$a = b + c$$
  - ▶ `\begin{equation} ... \end{equation}`: Nummerierte, abgesetzte Gleichung
  - ▶ `\begin{align} ... \end{align}`: Mehrere nummerierte, abgesetzte, ausgerichtete Gleichungen
- Im Mathemodus werden Leerzeichen ignoriert! Jeder Buchstabe wird als Formelzeichen verstanden
 
$$\text{Text in Mathe-Umgebung: } \textit{TextinMathe} - \textit{Umgebung}$$
- Ausweg: `\text{...}`

$$pV = \text{const.} \quad pV = \text{const.}$$

---

<sup>2</sup>Es gibt noch weitere.



# Mathe-Befehle

- Nummerierte Gleichung:

`\begin{equation}`  $E = m c^2$  `\end{equation}`

Ergebnis:

$$E = mc^2 \tag{1}$$

- `a^n` ergibt  $a^n$
- `n_i` ergibt  $n_i$
- Was ist mit `U_ind`?  $\rightarrow U_{ind}$ 
  - ▶ Klammern setzen!<sup>3</sup> `U_{ind}`  $\rightarrow U_{ind}$
  - ▶ Noch besser: `U_{\text{ind}}`  $\rightarrow U_{ind}$
- `\frac{a}{b}` ergibt  $\frac{a}{b}$
- `\cdot` ist der Malpunkt  $\cdot$  (*nicht* `*` verwenden!), `\times` das Kreuz  $\times$
- `\sqrt{abc}` ergibt  $\sqrt{abc}$

---

<sup>3</sup>`^` und `_` sind eigentlich Befehle; ohne Klammern wird das nächste Zeichen als Parameter verwendet.

- `\vec{r}` ergibt  $\vec{r}$
- `\dot{r}` ergibt  $\dot{r}$ , `\ddot{r}` ergibt  $\ddot{r}$
- Griechische Buchstaben: „\“ + Name des Buchstabens
  - ▶ Anfangsbuchstabe klein: kleiner Buchstabe; `\gamma` →  $\gamma$
  - ▶ Anfangsbuchstabe groß: großer Buchstabe; `\Gamma` →  $\Gamma$
- Warum gibt es kein `\Alpha`?

- `\sum_{n = 0}^{\infty}` →  $\sum_{n=0}^{\infty}$ , `\int_{-\infty}^{\infty}` →  $\int_{-\infty}^{\infty}$

- Komplizierteres Beispiel:<sup>4</sup>

```
\begin{equation*}
  \vec{F} = -G \cdot \frac{m_1 m_2 \vec{r}}{r^3}
\end{equation*}
```

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{m_1 m_2 \vec{r}}{r^3}$$

---

<sup>4</sup>`\begin{equation*}`: Wie `\begin{equation}`, aber ohne Nummer (vgl. `\section*`).

- Klammern: (`\frac{U}{I}`)  $\rightarrow \left(\frac{U}{I}\right) \rightarrow$  Schlecht!
- Mit `\left(` und `\right)`: automatische Größe  
`\left(\frac{U}{I}\right) \rightarrow \left(\frac{U}{I}\right)`
- Geht auch mit `[ ]`, `\{ \}`, `< >`
- *Wichtig*: Es muss ein `\left` und ein `\right` geben! (Müssen aber nicht die gleichen Zeichen sein)
- Es gibt spezielle Mathe-Schriftarten
- `\mathbb{B}{BUCHSTABE}` (nur Großbuchstaben)  
`ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ` (z. B.  $\mathbb{R}^n$ )
- `\mathcal{B}{BUCHSTABE}` (nur Großbuchstaben)  
`ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ`  
(z. B. Fouriertransformation  $\mathcal{F}\{f(t)\}$ )
- Weitere Symbole findet man in der Seitenleiste von TeXStudio!
- Man kann sich zu Beginn nicht alles merken! Greift auf die Hilfen eures Editors (TeXStudio) zurück!

# Mathematische Feinheiten

- Wörter in Mathe-Umgebung mit `\text{...}` eingeben (s. o.)
- Bei Indizes, die sich auf Namen/Wörter und nicht auf Formelzeichen beziehen, bitte `\text{...}` verwenden (s. o.)!
  - ▶ Fermi-Energie  $E_{\text{F}}$  statt  $E_F$
  - ▶ Aber: Epsilon-Tensor  $\varepsilon_{ijk}$

- Für „längere“ Funktionsnamen gibt es Befehle:

`\sin`  $x \rightarrow \sin x$

`\sin`  $x \rightarrow \sin x = s \cdot i \cdot n \cdot x$  (falsch!)

- Es gibt keine x-Achse, nur eine  $x$ -Achse!
- Das d bei Differentialen ( $dx$ ) aufrecht!<sup>5</sup>

`\int`  $f(x) \, dx$ , `\mathrm{d}`  $x \rightarrow \int f(x) \, dx$

`\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x}`  $\rightarrow \frac{df}{dx}$

- Einheiten aufrecht:  $2 \, \text{kg} > 1 \, \text{kg}$  (für Einheiten gibt es ein L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Paket)

---

<sup>5</sup>`\,` ist ein kleiner Abstand.

# Zusammengehörige Gleichungen

- Zusammengehörige Gleichungen: `\begin{align} ... \end{align}`
- „\\“: Neue Gleichung, „&“: Ausrichtung der Gleichungen

1		<code>\begin{align}</code>		
2		<code>\nabla \cdot \vec{E} \quad \&amp;=</code>	$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	(2)
		<code>\quad \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \\</code>		
3		<code>\nabla \cdot \vec{B} \quad \&amp;= 0 \quad \\</code>	$\nabla \cdot \vec{B} = 0$	(3)
4		<code>\nabla \times \vec{E} \quad \&amp;=</code>		
		<code>\quad -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \\</code>	$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	(4)
5		<code>\nabla \times \vec{B} \quad \&amp;= \mu_0 \vec{j}</code>		
		<code>\quad + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}</code>	$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	(5)
6		<code>\end{align}</code>		

- Nummerierung deaktivieren: `\begin{align*} ... \end{align*}`

## Fortgeschritten: Unicode-Eingabe

- Lange L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Formeln können unübersichtlich werden, sind oft deutlich länger als mathematische Notation (vgl. `\varepsilon` vs.  $\varepsilon$ )
- Abhilfe schafft möglicherweise die Definition von Abkürzungen (`\newcommand{\eps}{\varepsilon}`)
- Cooler: Direkte Eingabe von Sonderzeichen!

```

1 | \begin{align}
2 |   \nabla \cdot \vec{E} &= \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad \backslash\backslash
3 |   \nabla \cdot \vec{B} &= 0 \quad \backslash\backslash
4 |   \nabla \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \backslash\backslash
5 |   \nabla \times \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}
6 | \end{align}

```

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad (6)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (7)$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (8)$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (9)$$

- Hürde: Editor muss entsprechend für bequeme Symbol-Eingabe konfiguriert sein (die meisten Mathe-Symbole nicht auf der Tastatur...)
- Ist in der Protokoll-Vorlage mit eingebaut!

Wer Tipps zur Editor-Konfiguration möchte, kann sich gerne im Nachgang melden.

# Tabellen und Abbildungen

- Tabelle (vgl. align):

```

1 | \begin{tabular}{l c | r}
2 | linksbündig & zentriert & rechtsbündig \\
   | \hline\hline
3 | abc & 123 & $\alpha\beta\gamma$ \\
4 | noch & eine & Zeile \\
5 | \end{tabular}

```

linksbündig	zentriert	rechtsbündig
abc	123	$\alpha\beta\gamma$
noch	eine	Zeile

- „float“-Umgebungen: `\begin{table} ... \end{table}`,  
`\begin{figure} ... \end{figure}`
- Die Platzierung der Tabellen/Abbildungen mit `table` bzw. `figure` ist *nicht* an derselben Stelle des Textes! (normalerweise: zu Beginn der Seite)
- Das ist auch gut, denn man schreibt nicht „in der folgenden Abbildung...“, sondern: „in Abbildung 3...“ → automatische Verweise
- Beeinflussung der Platzierung: `\begin{figure}[htbp]`  
[h]: „here“, [t]: „top“, [b]: „bottom“, [p]: „(separate) page“

- Verwendung von `table/figure`:<sup>6</sup>

```
\begin{figure}
  \includegraphics[scale=0.25]
    {fig1.pdf}
  \caption{Stilisierte
    Zeichnung der Sonne.}
\end{figure}
```



Abbildung 1: Stilisierte Zeichnung der Sonne.

- Nummerierung geschieht automatisch
- Inhalt beliebig (muss nicht `\includegraphics{...}` oder `\begin{tabular}...` sein)
- Konvention: *Tabellenüberschrift*, *Bildunterschrift*

---

<sup>6</sup>Für `\includegraphics{...}` braucht man das `graphicx`-Paket.



# Automatische Verweise

```
\begin{figure}
  \includegraphics[scale=0.25]
    {fig2.pdf}
  \caption{Stilisierte
Zeichnung des Mondes.}
  \label{mond}
\end{figure}
```



Abbildung 2: Stilisierte Zeichnung des Mondes.

- Mit `\label{<name>}` wird ein (eindeutiger!) Name vergeben
- Will man auf die/das entsprechende Tabelle/Bild verweisen, benutzt man `\cref{<name>}`<sup>7</sup>
- „`\cref{mond}` zeigt den Mond“ → „Abb. 2 zeigt den Mond“
- Art des Verweises wird automatisch eingefügt!
- *Wichtig:* `\label{...}` nach `\caption{...}`!

---

<sup>7</sup>`\cref` ist besser als das normale `\ref` und benötigt das `cleveref`-Paket.

- Verweise funktionieren nicht nur mit Tabellen und Grafiken, sondern auch mit (nummerierten) Gleichungen, Abschnitten, Seiten...
- Sinnvolles Vorgehen zur Benennung: Präfix mit Art des labels („fig:“, „tab:“, „eq:“, ...)

```

1 Die Gleichungen
2 \begin{equation}
3     E = m c^2
4     \label{eq:einstein}
5 \end{equation}
6 und
7 \begin{equation}
8     E = \hbar \omega
9     \label{eq:planck}
10 \end{equation}
11 gehen auf Einstein und Planck zurück.
12 \cref{eq:einstein} zeigt die
13 Äquivalenz von Masse und Energie,
14 während \cref{eq:planck} die
15 Photonenenergie beschreibt.

```

Die Gleichungen

$$E = mc^2 \quad (10)$$

und

$$E = \hbar\omega \quad (11)$$

gehen auf Einstein und Planck zurück. Gleichung (10) zeigt die Äquivalenz von Masse und Energie, während Gleichung (11) die Photonenenergie beschreibt.

- Mehrere Nennungen möglich:

`\cref{eq:einstein,eq:planck}` → Gleichungen (10) und (11)

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Pakete

- „Grundgerüst“ von L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ist sehr alt, minimalistisch
- Heute: Viel Funktionalität von sog. „packages“ (Paketen) bereitgestellt
- Aufzählung verwendeter Pakete in der Präambel mit `\usepackage{...}`

```

1 | \documentclass[a4paper, 12pt, ngerman]{scrartcl}
2 |
3 | \usepackage{babel}
4 | \usepackage[T1]{fontenc}
5 | \usepackage[utf8]{inputenc}
6 | \usepackage{lmodern}
7 |
8 | \begin{document}
9 | ...
10 | \end{document}

```

- Dokumentation & Finden von Paketen: CTAN  
(<https://www.ctan.org>); Kommandozeile: `texdoc <name>`

# Bilder mit graphicx

- Stellt den `\includegraphics[...]{...}`-Befehl bereit
- Es können JPG-, PNG-, PDF-, EPS- und<sup>8</sup> T<sub>E</sub>X-Dateien eingebunden werden
- Viele Optionen zum Einfügen
  - ▶ `\includegraphics[scale=<faktor>]{...}`: Skalieren
  - ▶ `\includegraphics[width=<länge>, height=<länge>]{...}`: Breite/Höhe  
In L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X: Längen sind eine Zahl gefolgt von einer Einheit, z. B. 4.2cm; Punkt als Dezimalseparator!
  - ▶ Mögliche Einheiten: cm, mm, in, pt, bp, em, ex, ...
  - ▶ `\includegraphics[angle=<winkel>]{...}`: Rotieren
- Optionen kombinierbar
- `\includegraphics[scale=0.2, angle=140]{fig2.pdf}` →



---

<sup>8</sup>Mit `ginc1tex`-Paket

# Hinweise zu Dateinamen in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- Ursprüngliche Version von T<sub>E</sub>X: 1978
- Immer, wenn im .tex-Quelltext Dateinamen verwendet werden (z. B. `\input{...}`, `\includegraphics{...}`, ...): *Vorsicht!*
- Keine Umlaute oder „ß“ verwenden!
- Leerzeichen am besten auch vermeiden
- Sichere Zeichen:<sup>9</sup> a–z, A–Z, 0–9, `_`, `-`
- Es können auch Pfade mit Verzeichnissen angegeben werden, z. B. `\includegraphics{bilder/tolles_bild.png}`  
→ Unterordner für Bilder etc. ist zu empfehlen; Übersichtlichkeit!

---

<sup>9</sup>Allgemein: Die meisten ASCII-Zeichen

# Textfluss um Abbildungen mit wrapfig

- Mit `\begin{wrapfigure}{<pos>}{<breite>} ... \end{wrapfigure}` kann man Text um eine Abbildung fließen lassen (`<pos>` = 1 oder r)
- Beispiel:

```
\begin{wrapfigure}{r}{0cm}
  \includegraphics[width=7cm]
    {wels.jpg}
  \caption{Ein Wels.}
\end{wrapfigure}
```

Der Mekong-Riesenwels (*Pangasianodon gigas*) ist die größte Art der Familie der Haiwelse...

Der Mekong-Riesenwels (*Pangasianodon gigas*) ist die größte Art der Familie der Haiwelse (*Pangasiidae*) und einer der größten Süßwasserfische der Welt. Er kommt ausschließlich im Mekong vor und gilt durch Überfischung und Verlust des Lebensraums als vom Aussterben bedroht. In Südostasien wird er als Flaggschiffart eingesetzt, um die Notwendigkeit des Schutzes großer Fische im Mekong zu vermitteln. Mekong-Riesenwelse zeichnen sich durch eine sehr hohe Wachstumsrate aus und werden daher auch in Aquakulturprogrammen gezogen; inwieweit künstliche Nachzuchten sich zur Stützung der Wildbestände eignen, ist aber bislang unklar.



Abbildung 1: Ein Wels.

Mekong-Riesenwelse sind wie alle Haiwelse schuppenlos und haben einen langgestreckten, seitlich abgeflachten Körper. Ausgewachsene Tiere sind sehr kräftig gebaut und können eine Körperlänge von bis zu drei Metern und ein Gewicht von über 300 kg erreichen. Die Weibchen werden dabei länger und schwerer als die Männchen.

- Bei Breite = 0cm: Breite wird automatisch bestimmt
- Optional: `\begin{wrapfigure}[<zeilen>]{<pos>}{<breite>} ... \end{wrapfigure}`  
Legt Zahl der Zeilen fest, die eingerückt werden sollen

# Einheiten und Messwerte mit siunitx

- Konfigurierbare und automatische Ausgabe von Werten mit Einheiten
- Verarbeitet auch Messunsicherheiten!
- `\SI{zahl}{einheit}`, `\num{zahl}`, `\si{einheit}`
- `\SI{5.42}{\m\per\s\squared}` → 5,42 m/s<sup>2</sup>
- Auch möglich (aber Anzeige nicht konfigurierbar):  
`\SI{3,14}{m/s^2}` → 3,14 m/s<sup>2</sup>
- Eingabe von Punkt oder Komma als Dezimalseparator ist egal, es kommt das Richtige heraus
- Gruppierung von langen Zahlen: `\num{9461846582}` → 9 461 846 582
- scientific notation: `\SI{1,5e4}{\m}` → 1,5 · 10<sup>4</sup> m
- Unsicherheiten: `\SI{2,71 +- 0,2}{\cm}` → (2,71 ± 0,20) cm
- Intervalle: `\SIrange{400}{800}{\nm}` → 400 nm bis 800 nm
- Auflistungen:  
`\SIlist{100; 200; 250}{\MHz}` → 100 MHz, 200 MHz und 250 MHz

- Befehle für Einheiten: Häufige Einheiten sind vordefiniert (z. B. `\cm`, `\MHz`)
- Ansonsten: Basiseinheit mit Präfix: `\MHz = \mega\Hz`
- Quotienten: `\per`, Potenzen: `\squared`, `\cubed`, `\tothe{zahl}`
- Falls es nicht klappt: Einfach direkt eingeben
- Ausrichten von Zahlen in einer Tabelle: s-Spalte

```
\begin{tabular}{S S}
\hline
{Reihe 1 / \si{\kV}}
& {Reihe 2 / \si{\mA}} \\ \hline
1,23 & 45,6 \\
1,234 & 345,6 \\
1,2345 & 2345,6 \\ \hline
\end{tabular}
```

Reihe 1 / kV	Reihe 2 / mA
1,23	45,6
1,234	345,6
1,2345	2345,6

- *Falsch*: „Es wurde eine Frequenz von 10,28Hz gemessen“  
*Richtig*: „Es wurde eine Frequenz von 10,28 Hz gemessen“



# Unter-Abbildungen und -Tabellen mit subcaption

- Wird verwendet, um mehrere Abbildungen mit eigenen `\caption{...}`s nebeneinander bzw. untereinander darzustellen
- Nummerierung: Abbildung 1 a), Abbildung 1 b), ...
- `\begin{subfigure}[<pos>]{<breite>} ... \end{subfigure}`  
und  
`\begin{subtable}[<pos>]{<breite>} ... \end{subtable}`
- <pos>: c, b oder t

```

1 \begin{figure}
2   \begin{subfigure}{0.45\textwidth}
3     \centering\LARGE$\Phi$
4     \caption{Eine Abbildung.}
5   \end{subfigure}
6   % keine Leerzeile
7   % -> nebeneinander
8   \begin{subfigure}{0.45\textwidth}
9     \centering\LARGE$\Xi$
10    \caption{Eine weitere
11             Abbildung.}
12  \end{subfigure}
13
14  \caption{Die gesamte Abbildung.}
15 \end{figure}

```

 $\Phi$ (a) Eine  
Abbildung. $\Xi$ (b) Eine weitere  
Abbildung.

Abbildung 3: Die gesamte Abbildung.

*Wichtig:* subfigure bzw. subtable verhält sich wie ein in den Fließtext eingefügtes Bild → auf Leerzeilen (= Absätze) achten

# Bibliographie mit BibTeX

- `\usepackage{biblatex}`
- Informationen zu Literatur (Autor, Titel, Jahr etc.) werden in .bib-Dateien gespeichert
- Beispiel:

```

1  @book{nolting2011grundkurs,
2      title = {Grundkurs Theoretische Physik 3:
3      Elektrodynamik},
4      author = {Nolting, W.},
5      isbn = {9783642134494},
6      series = {Grundkurs Theoretische Physik},
7      url = {https://books.google.de/books?id=HOIfBAAAQBAJ},
8      year = {2011},
9      publisher = {Springer}

```

- Beispiel:

```

1  @book{nolting2011grundkurs,
2      title = {Grundkurs Theoretische Physik 3:
3              Elektrodynamik},
4      author = {Nolting, W.},
5      isbn = {9783642134494},
6      series = {Grundkurs Theoretische Physik},
7      url = {https://books.google.de/books?id=HOIfBAAAQBAJ},
8      year = {2011},
9      publisher = {Springer}
10 }
```

- Mit (z. B.) `\autocite{<name>}` oder `\footcite{<name>}` wird zitiert
- „Nolting`\footcite[Seite 42]{nolting2011grundkurs}`“  
→ „Nolting<sup>10</sup>“

---

<sup>10</sup>Nolting, *Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik*, Seite 42.

- Aufrufen eines BiBTeX-kompatiblen Programms notwendig; Editoren wie TeXStudio erledigen dies automatisch
- Automatisches Literaturverzeichnis!
- Literaturangabe wird oftmals im BiBTeX-Format zur Verfügung gestellt (z. B. Google Books – <https://books.google.de>)

About the author (2011)

Professor Wolfgang Nolting, Humboldt-Universität zu Berlin

Bibliographic information

Title	Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik <i>Volume 3 of Grundkurs Theoretische Physik</i>
Author	Wolfgang Nolting
Publisher	Springer-Verlag, 2011
ISBN	3642134491, 9783642134494
Length	611 pages
Subjects	<a href="#">Science</a> › <a href="#">Physics</a> › <a href="#">Electricity</a>

[Science / Physics / Electricity](#)

Export Citation




[About Google Books](#) - [Privacy Policy](#) - [Terms of Service](#) - [Blog](#) - [Information for Publishers](#) - [Report an issue](#) - [Help](#) - [Sitemap](#) - [Google Home](#)

©2012 Google

# Literaturverzeichnis (Beispiel)

- Nolting, W. *Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik*. Grundkurs Theoretische Physik. Springer, 2011. ISBN: 9783642134494. URL: <https://books.google.de/books?id=H0IfBAAAQBAJ>.
- Sakurai, J. J. und J. J. Napolitano. *Modern Quantum Mechanics*. Pearson Education, 2014. ISBN: 9780321972071. URL: <https://books.google.de/books?id=FqiSAAQBAJ>.
- 

Verwendete Werke erscheinen automatisch im Literaturverzeichnis.

# Weitere Infos und Selbsthilfe

[L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Wikibook](#) Hilfreiches L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Tutorial (englisch)

<https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>

[CTAN](#) „Comprehensive TeX Archive Network“: Katalog aller bekannten L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Pakete inkl. Dokumentation (meist PDF)

<https://www.ctan.org>

„Cheat Sheet“ <https://ctan.org/pkg/latex-refsheet> (englisch)

FAQ-Listen <http://projekte.dante.de/DanteFAQ> (deutsch)

<http://www.tex.ac.uk> (englisch)

[T<sub>E</sub>X Stack Exchange](#) Q & A-Seite zu T<sub>E</sub>X und L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X (englisch); bei spezifischen Problemen: Suchen oder selbst eine Frage stellen

<https://tex.stackexchange.com>

[golatex.de](#) L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Forum (deutsch)

<http://golatex.de>

Offizielle L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Hilfe-Sammlung Anleitungen auf der offiziellen L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Seite

<https://www.latex-project.org/help>

**DANTE e. V.** T<sub>E</sub>X-Anfänger-Seite von DANTE (Deutschsprachige Anwendervereinigung T<sub>E</sub>X e. V.)

<https://www.dante.de/tex/TeXAnfaenger.html>

**TUG** T<sub>E</sub>X-Anfänger-Seite der TUG (T<sub>E</sub>X Users Group, englisch)

<https://tug.org/begin.html>

**Symbole** Gezeichnete Symbole erkennen lassen:

<http://detexify.kirelabs.org>

## **Andere Vorlagen/Hilfeseiten zum Praktikum:**

**Protokoll-Vorlage** L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlagen zu Protokollen und Abschlussarbeiten von Michael Entrup (AG Kohl) auf GitHub

<https://github.com/m-entrup/LaTeX-Vorlagen>

**Vorlage der Fachschaft Physik Karlsruhe** Vorlage für Protokolle in Karlsruhe (nicht getestet, aber evtl. gut als Vergleich)

<https://fachschaft.physik.kit.edu/drupal/content/latex-vorlagen>



## Weitere Online-Dienste

2 Online-Dienste, die das Arbeiten mit  $\text{\LaTeX}$  komplett im Browser ermöglichen:

ShareLaTeX <https://www.sharelatex.com>

Overleaf <https://www.overleaf.com>

Die beiden Firmen sind jedoch vor Kurzem fusioniert und die Angebote werden demnächst verschmelzen.



Vorteile:

- Sehr einfache Bedienung (keine nervige Installation!)
- Teilen/Kollaboration mit anderen
- Zugriff/Bearbeitung von jedem Gerät möglich
- (Eingeschränkte) Nutzung kostenlos möglich

Nachteile:

- Bindung an einen externen Dienstleister
- Einschränkungen bei kostenloser Nutzung (Speicherplatz, Anzahl Kollaboratoren)
- Evtl. geht nicht alles, was mit voller Installation möglich ist

# Materialien vom L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Kurs

## Unsere Vorlage für Protokolle und diese Folien

gibt es gleich oder unter

[https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/physik\\_fsphys/latex-kurs/dateien\\_teilnehmer\\_2017.zip](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/physik_fsphys/latex-kurs/dateien_teilnehmer_2017.zip)

bzw.

<https://go.wwu.de/t299b>



# gnuplot

- Programm zum Zeichnen von Funktionen und zur Darstellung von Daten mit sehr (!) vielen Funktionen
- Kann insbesondere auch „Fit“-Funktion aus Messpunkten berechnen
- Textbasiert → Befehlseingabe über die Kommandozeile
- Ausgabe der Diagramme in vielen Formaten, z. B. PDF  
→ Einbinden in  $\text{\LaTeX}$ -Dokumente
- Leider etwas gewöhnungsbedürftige Mathe-Syntax...<sup>11</sup>
- Zum Nachlesen: **Gnuplot-Dokumentation** (PDF) auf <http://gnuplot.info/documentation.html> (sehr ausführlich!)
- Sehr viele **Beispiele** (Bilder und Code!) gibt es unter <http://www.gnuplot.info/screenshots>

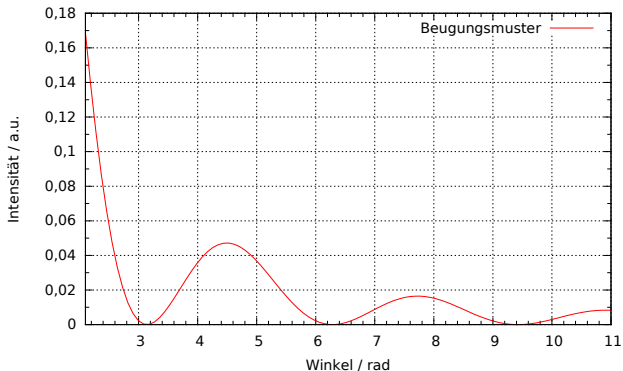
---

<sup>11</sup>Fortran-ähnlich; werdet ihr im 4. Semester noch genauer kennenlernen...

Wichtigste Befehle:

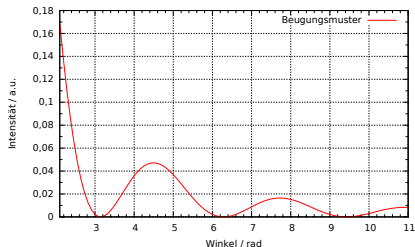
- `set <option> [wert]` Setzen von Einstellungen (meist Darstellung)
- `plot <funktion_oder_werte> [optionen]` Zeichnet Funktionen oder Messwerte
- `fit <funktion> <werte> [optionen]` Versucht, Parameter zu berechnen, sodass die Funktion möglichst gut zu den Messwerten passt

Beispiel:



# Wie wurde der Graph erzeugt?

```
1 # Gitter und Zwischenmarkierungen
2 # einzeichnen
3 set grid; set mxtics; set mytics
4 # Komma als Dezimalseparator ausgeben
5 set decimalsign ','
6
7 # Im x-Intervall [2,1; 11] zeichnen
8 set xrange [2.1:11]
9 # Text für x- und y-Achse
10 set xlabel 'Winkel / rad'
11 set ylabel 'Intensität / a.u.'
12
13 # Ausgabeformat und -Ort
14 set terminal pdf
15 set output 'beispiel.pdf'
16
17 # Funktion mit Legende zeichnen
18 plot sin(x)**2/x**2 title 'Beugungsmuster'
```



# Syntax

- Kommentare mit `#`
- Pro Zeile ein Befehl (oder mehrere pro Zeile mit Semikolon getrennt)
- Definition eines Wertes/einer Funktion:

```
# Einige Definitionen
```

```
zahl = 5.4
```

```
funktion(var1, var2, a) = sqrt(var1 - var2) + a**2
```

- Es gibt viele eingebaute Funktionen (`pi`, `sqrt(x)`, `sin(x)`, `atan(x)`, `erf(x)`...)
- Zeichnen einer Funktion:

```
# Variable ist immer x!
```

```
# "with ..." gibt Art der Darstellung ("plotting style") an
```

```
plot f(x) with lines title 'Legende'
```

- Zeichnen von Datenpunkten:

```
# "using" wählt Spalten aus (1. Spalte: x, 2. Spalte: y)
plot 'datei1.csv' using 1:3 with linespoints title 'Daten'
# Manche Darstellungsarten brauchen mehr Spalten
plot 'datei2.csv' using 1:3:5:6 with xerrorbars
# Klammern bei "using" erlauben Berechnungen
# "$1" steht dann für den Wert der 1. Spalte usw.
plot 'datei3.csv' using (2 * $1):(sqrt($4) + 42)
```

**Achtung bei Division!** Gnuplot verwendet standardmäßig Integer-Division, d. h.  $1/2 = 0$ !

→ Zur Sicherheit immer Kommazahlen verwenden:  $1./2. = 0.5$

- Mehrere Plots in einem Graphen durch Kommas:

```
plot 'datei.csv' using 1:2 title 'Daten', g(x) + 3 title  
    'Fit', exp(3 * sin(x)) + x**3 title 'Theorie'
```

## Beispiel für Fit:

```
fit m * x + b 'datei.csv' using 1:2 via m, b
```

**Vorsicht** bei nichtlinearen Fits: Es kann sein, dass gnuplot keinen guten Fit findet (Fit-Fehler)

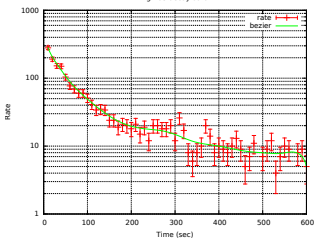
→ Sinnvolle Startwerte für Parameter angeben!

```
m = 10
```

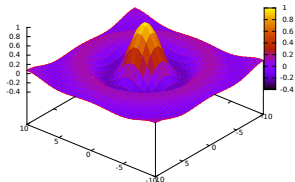
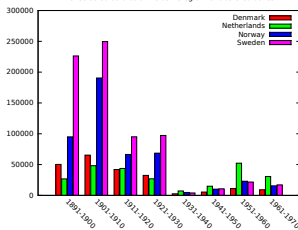
```
b = 4.1e4 # = 41000
```

```
fit m*x + b 'datei.csv' using 1:2 via m, b
```

Ag 108 decay data



US immigration from Northern Europe  
Plot selected data columns as histogram of clustered boxes





Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Habt ihr noch Fragen?

Nach dem Mittagessen: Treffen in den  
ComputerLabs AC/PC W409 & W410!



<https://www.uni-muenster.de/Physik.FSPHYS>