

L^AT_EX für Naturwissenschaftler

Ansprechender Text- und Formelsatz von Abschlussarbeiten

5. Abbildungen und Tabellen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI
FREIBURG**

Dr. Till Biskup

Institut für Physikalische Chemie
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Sommersemester 2018



- 🔑 \LaTeX bringt Mechanismen für die automatische Positionierung von Abbildungen und Tabellen mit.
- 🔑 Abbildungen haben Unterschriften, Tabellen Überschriften. Beide sollten jeweils für sich verständlich sein.
- 🔑 Abbildungen und Tabellen, auf die im Text nicht verwiesen wird, haben keine Daseinsberechtigung.
- 🔑 Tabellen sollten grundsätzlich keine vertikalen und nur sparsam horizontale Linien aufweisen.
- 🔑 Abbildungen sollten nach Möglichkeit vektorisiert, Rohdaten und Verarbeitungsschritte verfügbar sein.

Gleitumgebungen in \LaTeX

Abbildungen

Tabellen

Umgang mit Abbildungen für Abschlussarbeiten

These

Eine sinnvolle Positionierung von Abbildungen und Tabellen mit ansprechendem Ergebnis ist normalerweise nicht trivial.

- ▶ normalerweise *keine* Seitenumbrüche
 - Ausnahme: lange Tabellen
 - Positionierung muss entsprechend flexibel sein
 - ansonsten entstehen unschöne „Löcher“ im Textgefüge
- ▶ herkömmliche Handhabung von Wortprozessoren
 - Abbildungen/Tabellen erscheinen, wo sie definiert werden.
 - keine einfache/robuste Möglichkeit relativer Positionierung
- 👉 Die Lösung von \LaTeX : Gleitumgebungen und -Objekte

Gleitumgebung

Umgebung, deren Inhalt von L^AT_EX automatisch nach festen, vom Nutzer beeinflussbaren Regeln platziert wird

- ▶ in allen Standardklassen verfügbar:
 - `figure`
 - `table`
- ▶ Unterschied zwischen `figure` und `table`
 - Name, der bei Über-/Unterschriften erscheint
 - Verzeichnis, in dem die Einträge erscheinen
- ☞ Weitere Umgebungen sind bei Bedarf definierbar.



Listing 1: Grundsätzliche Definition von Gleitumgebungen in L^AT_EX

```
\begin{figure} [Position]
...
\caption{Abbildungsunterschrift}
\end{figure}

\begin{table} [Position]
\caption{Tabellenüberschrift}
...
\end{table}
```

- ▶ Befehl für Unter- bzw. Überschrift
 - sorgt u.a. für die Nummerierung
- ▶ (optionaler) Positionierungsparameter
 - nur eine Empfehlung für L^AT_EX

- ▶ h
 - am aktuellen Ort
 - oft nicht sinnvoll
- ▶ t
 - am Kopf der Seite
- ▶ b
 - am Fuß der Seite
- ▶ p
 - auf eigener Seite ohne Text
 - für größere Gleitobjekte sinnvoll
 - mehrere Gleitobjekte auf einer Seite möglich
- ▶ !
 - Hinweis an L^AT_EX, bestimmte Regeln zu ignorieren

Grundregel

L^AT_EX erstmal machen lassen ...

- ▶ Positionierungsparameter
 - Reihenfolge ist irrelevant
 - Standard bei L^AT_EX: `tbp`
 - ▶ Möglichkeiten der Beeinflussung
 - Ort der Definition der Gleitumgebungen im Text
 - `\clearpage` statt `\newpage`
 - Seitenanteil für Gleitobjekte verändern
 - Paket `afterpage`
-  Meist reichen die „Bordmittel“ von L^AT_EX.

Grundregel

Abbildungen haben Unterschriften, Tabellen Überschriften.

- ▶ Abstände müssen entsprechend angepasst werden.
 - Standard-Klassen: immer nur über der (Unter-)Schrift
 - Manuelle Anpassung für jede Tabelle nicht sinnvoll
- ▶ Möglichkeiten für die (automatische) Anpassung
 - KOMA-Script mit passenden Optionen
 - Alternative: `caption`
- ☞ Der Nutzer ist für die richtige Platzierung innerhalb der `figure-` bzw. `table-`Umgebung selbst verantwortlich.

Listing 2: Anpassungen für Tabellenüberschriften: KOMA-Script-Klassen

```
\KOMAOPTIONS{captions=tableheading}
```

Listing 3: Anpassungen für Tabellenüberschriften: caption-Paket

```
\usepackage{caption}  
\captionsetup[table]{position=top} % nicht zwingend
```

Listing 4: Anpassungen für Tabellenüberschriften: caption-Paket

```
\usepackage[tableposition=top]{caption}
```

- ☞ Das `caption`-Paket ohne Optionen versucht automatisch zu bestimmen, ob Über- oder Unterschrift...

Grundregel

Abbildungen und Tabellen, die im Text nicht erwähnt werden, haben keine Daseinsberechtigung in wissenschaftlichen Texten jeglicher Art.

- ▶ Befehle für Marker und Referenzen in L^AT_EX
 - `\label`
 - `\ref`
- ▶ `\label` muss immer nach `\caption` stehen
 - Die Nummer wird erst durch `\caption` hochgezählt.
 - Anderenfalls erscheint die falsche Nummer im Text...

- ▶ Präfixe für Marker
 - Beispiele: `fig:`, `tab:`, ...
 - ermöglicht gleiche Marker für Zusammengehöriges
- ▶ sprechende Marker
 - *niemals* durchnummerieren, sondern semantisch benennen
 - erleichtert den Zugriff
 - viele IDEs liefern eine Liste definierter Marker
- ▶ Referenzen im Text
 - Nummer nie vom „Präfix“ (Abbildung/Tabelle) trennen
 - Tipp: eigene Befehle (`\figref`, `\tabref`)
- ▶ für korrekte Referenzen zwei L^AT_EX-Durchläufe notwendig
 - notwendige Informationen werden extern abgelegt
 - L^AT_EX gibt ggf. einen Hinweis aus

- ▶ Fußnoten in Gleitumgebungen
 - grundsätzlich erstmal schwierig
 - eigentlich nur in Tabellen sinnvoll
- ▶ Problem
 - Platz für Gleitumgebung noch nicht festgelegt, wenn die Fußnote ausgegeben wird
 - ggf. Fußnotentext auf anderer Seite als Umgebung
- ▶ mögliche Lösung
 - `minipage` um die Tabelle herum und `\footnote` innerhalb davon verwenden
- ☛ Es gibt dedizierte Pakete für Fußnoten in Tabellen.

Listing 5: Einbinden von Grafiken in L^AT_EX: `graphicx`-Paket

```
\usepackage{graphicx}
```

- ▶ Die L^AT_EX-Bordmittel sind sehr begrenzt.
 - Damals gab es manche Formate noch nicht ...
- ▶ Das `graphicx`-Paket gehört zur Grundinstallation.
 - sollte immer vorhanden sein
 - Standard für die Einbindung von Grafiken aus Dateien
 - viele Erweiterungen und Optionen
- ▶ Eingebundene Grafiken liegen in separaten Dateien.
 - werden in das finale Dokument fest eingebunden
 - für den L^AT_EX-Durchlauf trotzdem notwendig

- ▶ unterstützte Formate abhängig vom Ausgabeformat
 - pdfL^AT_EX etc. unterstützen mehrere Formate
- ▶ hier Fokus auf PDF als Ausgabeformat
 - mittlerweile Standard, wird es bis auf Weiteres bleiben

relevante unterstützte Formate

- ▶ PDF (*Portable Document Format*)
 - vektorisiert oder mit PNG/JPG eingebunden
- ▶ PNG (*Portable Network Graphics*)
 - Rastergrafikformat
 - verlustfrei komprimiert
- ▶ JP(E)G (*Joint Photographic Experts Group*)
 - Rastergrafikformat
 - i.d.R. verlustbehaftete Kompression



Listing 6: Einbinden von Grafiken in L^AT_EX: `\includegraphics`

```
\includegraphics [Optionen] {Dateiname}
```

wichtige Optionen

- ▶ `width, height`
 - Breite bzw. Höhe der Grafik
 - ▶ `scale`
 - Skalierungsfaktor
 - ▶ `angle`
 - Winkel (Achtung: Referenzpunkt relevant)
- 👉 Weitere Details finden sich in der Dokumentation.

Listing 7: Definition von Pfaden und Dateierendungen in der Präambel

```
\DeclareGraphicsExtensions{.pdf, .jpg, .png}  
\graphicspath{{../Abbildungen/}{Abbildungen/}}
```

▶ Dateierendungen

- überschreibt die vorgegebene Reihenfolge
- mehrere Dateien: erste gefundene wird genommen
- *nicht* zur Unterstützung zusätzlicher Formate

▶ Pfade

- relative oder absolute Pfade möglich
- relative Pfade sind meist portabler
- Windows: Pfade mit Slash (/) schreiben (!)

Vektorgrafik

Computergrafik, die aus grafischen Primitiven (allg. Kurven) zusammengesetzt ist. Erlaubt die stufenlose und verlustfreie Skalierung und ist meist platzsparend.

Rastergrafik (*bitmap*)

Computergrafik, die aus einem Punktraster besteht und für jeden einzelnen Punkt den Farbwert speichert. Kompression zur Minimierung des Speicherbedarfs ist sowohl verlustfrei (Bsp.: PNG) als auch verlustbehaftet (Bsp.: JPG) möglich.

Typische Anwendungsbereiche im wissenschaftlichen Kontext

- ▶ Vektorgrafiken
 - Schemata
 - Auftragung von Variablen
 - Skizzen
 - ▶ Rastergrafiken
 - Fotos
 - Daten, die in Bildform vorliegen
-
- ☞ Vektorgrafiken bevorzugen, wann immer möglich
 - ☞ Schemata ggf. selbst (vektoriert) zeichnen
 - ☞ Hinweis: Daten lassen sich aus Vektorgrafiken extrahieren.

„Inkscape is your friend“

Eine freie und gute Alternative zum kommerziellen Standard

- ▶ Ausgangspunkt
 - Oftmals sollen Schemata gezeichnet werden.
 - Erzeugung über eigene Programmierung oft mühselig
 - Der kommerzielle Standard ist eher teuer.
- ▶ mögliche Lösung: [Inkscape](#)
 - über die Jahre sehr gewachsen
 - ausgereiftes Programm
 - für alle drei großen Plattformen verfügbar
 - reicht für quasi alle Anforderungen für 2D-Grafiken
 - Speicherformat: SVG – offener, freier Standard
- ☛ Jedes (komplexere) Programm braucht Einarbeitung.
- ☛ Hinweise auf Tutorials auf der Webseite zum Kurs

- ▶ **Wichtiger Unterschied**
 - Umgebungen `table` und `tabular`
- ▶ `table`
 - Gleitumgebung
 - unabhängig vom Inhalt
 - Präfix der *Überschrift*: „Tabelle“ bzw. „Tab.“
- ▶ `tabular`
 - zur Erzeugung der eigentlichen Tabellen
 - spaltenorientiert
 - eigene Syntax
 - normalerweise maximal eine Seite
- ☛ Diverse Zusatzpakete erweitern die Syntax und Möglichkeiten von Tabellen in L^AT_EX.



Listing 8: Allgemeine Definition einer Tabelle in L^AT_EX

```
\begin{tabular}{lcr}  
\hline  
links & mitte & rechts  
\\  
\hline  
a      & b      & c  
\\  
x      & y      & z  
\\  
\hline  
\end{tabular}
```

links	mitte	rechts
a	b	c
x	y	z

- ▶ Spaltendefinition
 - zu Beginn der Tabelle
 - drei intuitive Kürzel für die Ausrichtung: `l`, `c`, `r`
 - zusätzlich für Spalte mit fester Breite: `p{Breite}`
- ▶ Marker für nächste Spalte
 - kaufmännisches Und: `&`
 - von ausgerichteten mathematischen Formeln bekannt
- ▶ Zeilenumbrüche manuell
 - durch doppelten Backslash
 - innerhalb der Zelle nicht einfach möglich
 - in einer Zelle kein automatischer Umbruch (Ausnahme: `p`)
- ▶ horizontale Linien
 - durch Befehl `\hline`

Listing 9: Tabellen über die gesamte verfügbare Breite, 1. Versuch

```
\begin{tabular*}{\textwidth}{lcr}  
\hline  
links & mitte & rechts  
\hline  
\end{tabular*}
```

links	mitte	rechts
-------	-------	--------

► Problem

- Tabelle erstreckt sich über gesamte Breite
- nur die letzte Spalte wurde erweitert

☞ Das muss anders gehen ...

Listing 10: Tabellen über die gesamte verfügbare Breite, 2. Versuch

```
\begin{tabular*}{\textwidth}{l@{\extracolsep{\fill}}cr}  
\hline  
links & mitte & rechts  
\hline  
\end{tabular*}
```

links	mitte	rechts
-------	-------	--------

► Lösung

- zusätzlicher variabler Spaltenabstand (`\fill`)
- entscheidender Befehl: `\extracolsep`
- Einfügen zwischen Spalten: `@{ }`



Listing 11: Tabellenspalten verbinden oder abweichend ausrichten

```
\multicolumn{Spaltenzahl}{Ausrichtung}{Zelleninhalt}
```

- ▶ **Problemstellung**
 - Mehrere Zellen sollen miteinander verbunden werden.
 - Die Ausrichtung einer Zelle soll verändert werden.
- ▶ **Lösung**
 - Befehl `\multicolumn`
 - Syntax wie oben angegeben
 - wird direkt in der Tabelle eingesetzt
- ☞ kann bei abweichender Formatierung von Spaltenköpfen sehr nützlich sein

- ▶ grundlegende typografische Regeln für Tabellen
 - 1 keine vertikalen Linien verwenden
 - 2 niemals doppelte Linien verwenden
- ▶ weiterführende typografische Regeln für Tabellen
 - 3 Einheiten in den Spaltenkopf
 - 4 immer führende Nullen vor Dezimaltrennzeichen
 - 5 keine „Ditto“-Zeichen: leer lassen oder wiederholen

Tipp

Die Dokumentation zum Paket `booktabs` liefert eine sehr gute und knappe Einführung in die Thematik.

Listing 12: Ein vollständiges Beispiel einer typografisch korrekten Tabelle

```
\usepackage{booktabs} % in der Präambel

\begin{tabular}{@{}l|l|l|l|l@{}}
\toprule
Substanz &  $|D|$  &  $|E|$  &  $|E|/|D|$  &  $p_{1,2,3}$  \\
\\
\midrule
TBT      & ... \\
\\
CbzTBT   & ... \\
\\
CbzTBT Cbz & ... \\
\\
PCDTBT   & ... \\
\\
\bottomrule
\end{tabular}
```

Substanz	$ D $	$ E $	$ E / D $	$p_{1,2,3}$
TBT	...			
CbzTBT	...			
CbzTBTCbz	...			
PCDTBT	...			

- ▶ Verbesserungen des `booktabs`-Pakets
 - unterschiedliche Linienstärken
 - verbesserte Abstände zu den Linien
 - keine Einrückungen ganz links und ganz rechts
- 👉 Tabellen sollten *immer* mit Hilfe der Befehle aus dem `booktabs`-Paket gesetzt werden.

- ▶ Tabellen über mehr als eine Seite
 - häufiger Anwendungsfall: lange Auflistung im Anhang
 - wirft eine ganze Reihe weiterer Fragen auf
 - Paket: `longtable`

- ▶ erweiterte Ausrichtung von Tabellenspalten
 - häufiger Anwendungsfall: Ausrichtung am Dezimalpunkt
 - Definition weiterer Spaltenformatierungsparameter
 - Pakete: `array`, `siunitx`

- ☞ Weitergehende Hilfestellung und Hinweise zur Nutzung finden sich in der jeweiligen Paketdokumentation.

- ☞ Hinweise (und Links) auf der Webseite zum Kurs

- ▶ Vektor- vs. Rastergrafiken
 - Rastergrafiken haben nur selten eine Daseinsberechtigung.
 - Rastergrafiken: auf (verlustfreie) Kompression achten
 - Auftragungen von Größen, Schemata: Vektorgrafiken
- ▶ freie Programme und offene Formate
 - Programme: Inkscape (und GIMP)
 - Vektorgrafik-Formate: SVG, PDF
 - Rastergrafik-Formate: PNG, TIFF, (JPG)
- ▶ Bearbeitbar- und Weiterverwendbarkeit
 - Abbildungen als bearbeitbare (offene) Formate ablegen
- ▶ Nachvollziehbar- und Reproduzierbarkeit
 - Rohdaten und Verarbeitungsschritte sollten klar sein
 - Rohdaten und Verarbeitungsroutinen mit sichern

Grundregel

Alles, was vektorisierbar ist, sollte als Vektorgrafik vorliegen.

Legitime Anwendungsbereiche für Rastergrafiken

- ▶ Fotos
- ▶ Daten, die in Bildform vorliegen
- ☞ Alle (einfachen) Auftragungen sind *per se* vektorisierbar.
- ☞ Schemata ggf. selbst (vektoriert) zeichnen
- ☞ Hinweis: Daten lassen sich aus Vektorgrafiken extrahieren.

- ▶ Probleme üblicher kommerzieller Programme
 - proprietäre Datenformate
 - vergleichsweise teuer
 - nicht immer ohne Weiteres verfügbar
- ▶ freie Alternativen
 - Vektorgrafiken: Inkscape
 - Rastergrafiken/Bildbearbeitung: GIMP
- ▶ Kriterien für Dateiformate
 - offen (keine Kosten für die Nutzung)
 - standardisiert (und damit dokumentiert)
 - stabil

- ☞ Jedes Programm braucht Einarbeitungszeit.
- ☞ Offene Formate sind essentiell für die Wissenschaft.

- ▶ Der zeitliche Horizont des normalen Studenten
 - Zeitskala der Abschlussarbeit (maximal wenige Jahre)
 - Abbildungen müssen „hier und jetzt“ funktionieren
- ▶ Der zeitliche Horizont einer (guten) Abbildung
 - Gute Abbildungen sind das Ergebnis harter Arbeit.
 - Gute Abbildungen werden oft über Jahre verwendet.
 - Dokumentationspflicht: Sicherung über Jahrzehnte
- ▶ Eine Frage des (Datei-)Formates
 - Kriterien: offen, standardisiert, stabil
 - möglichst vektorisiert
 - immer weitestmöglich veränderbar
- ☛ Abbildungen werden *immer* „tradiert“, egal wie gut (oder schlecht) sie sind ... und es gibt schon genug schlechte.

- ▶ Bedeutung von Rohdaten
 - Grundlage aller empirischen Wissenschaft
 - Rohdaten bleiben bestehen, Auswertungen ändern sich.
- ▶ Umgang mit Rohdaten
 - niemals wegwerfen
 - vor Veränderung schützen und langzeitarchivieren
- ▶ Verarbeitungsschritte
 - vollständig und lückenlos dokumentieren
 - inklusive Parametern und Version der Routinen
- ▶ Idealvorstellung
 - System zur reproduzierbaren Wissenschaft
 - automatische, lückenlose Dokumentation von den Rohdaten bis zur fertigen Darstellung



Zentrale Aspekte



- 🔑 \LaTeX bringt Mechanismen für die automatische Positionierung von Abbildungen und Tabellen mit.
- 🔑 Abbildungen haben Unterschriften, Tabellen Überschriften. Beide sollten jeweils für sich verständlich sein.
- 🔑 Abbildungen und Tabellen, auf die im Text nicht verwiesen wird, haben keine Daseinsberechtigung.
- 🔑 Tabellen sollten grundsätzlich keine vertikalen und nur sparsam horizontale Linien aufweisen.
- 🔑 Abbildungen sollten nach Möglichkeit vektorisiert, Rohdaten und Verarbeitungsschritte verfügbar sein.