

Hinweise zum Schreiben einer Bachelor- oder Masterarbeit

PD Dr. Thorsten Hüls
(modifiziert von Daniel Altemeier)

28. September 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Das Textsatzprogramm $\LaTeX 2_{\epsilon}$	1
1.1	Distributionen und Editoren	2
1.2	Einstieg in den Umgang mit \LaTeX	2
2	Formaler Aufbau	2
2.1	Titelseite	2
2.2	Inhaltsverzeichnis	3
2.3	Einleitung	3
2.4	Die einzelnen Kapitel	3
2.5	Zusammenfassung der Arbeit / Fazit	3
2.6	Literaturverzeichnis	3
2.7	Kritischer-Text-Gebrauch – Ich versichere.	4
3	Weitere Hinweise	4
3.1	Quellenverweise und Umgang mit Resultaten aus der Literatur	4
3.2	Schriftgröße	5
3.3	Quantoren und Folgepfeile	5
3.4	Mathematische Symbole	5
3.5	Label-Konzepte	6
3.6	Rechtschreibung und Zeichensetzung	7
3.7	Wir-Perspektive und passivische Formulierung	7
3.8	Grundsätze zur sprachlichen Formulierung	8
4	Formale Genauigkeit und Konsistenz	8

Grundlage

Dieses Dokument basiert auf dem gleichnamigen Text von PD Dr. Thorsten Hüls. Dieses wurde den Bedürfnissen des Stochastik-Seminars von Prof. Dr. Barbara Gentz angepasst.

1 Das Textsatzprogramm $\LaTeX 2_{\epsilon}$

Ein mathematischer Text sollte immer mit dem Textsatzprogramm \LaTeX geschrieben werden. Dazu werden eine \LaTeX -Distribution, ein Texteditor sowie ein *.pdf*-Viewer benötigt. Vereinfachend gesprochen,

wird mit Hilfe des Texteditors eine Quellcode-Datei (*.tex*) angelegt, die alle Inhalte und Details der Formatierung in Form der \LaTeX -Syntax enthält. Diese wird mit Hilfe der Distribution in eine *.pdf*-Datei übersetzt. Distributionen und Editoren sind für alle gängigen Betriebssysteme frei verfügbar.

1.1 Distributionen und Editoren

- <http://www.tug.org/texlive/>
- <http://miktex.org/>
- <http://www.tug.org/mactex/>

Jede dieser \LaTeX -Distributionen benötigt einen Texteditor. Bei *TeXlive* wird der Texteditor *TeXworks* mitgeliefert. Für *MiKTeX* benötigt man einen gesonderten Texteditor - z.B. funktioniert *TeXnicCenter* (nur Windows) gut. Im *MacTeX*-Paket wird der Texteditor *TeXShop* mitinstalliert. Ein weiterer guter Texteditor ist der Emacs, siehe

- <http://www.gnu.org/software/emacs/>
- und für Mac-User: <http://aquamacs.org/>

Alternativ kann auch eine Entwicklungsumgebung verwendet werden, zum Beispiel:

- *TeXnicCenter* (für Windows),
- *Kile* (für KDE).

1.2 Einstieg in den Umgang mit \LaTeX

Im Folgenden werden wenige ausgewählte Konzepte des Textsatzprogramms \LaTeX erwähnt oder sehr kurz vorgestellt. Dieses Dokument eignet sich aber sicherlich nicht als alleinstehende Einführung. Möglicherweise möchten Sie zunächst ein gewisses Verständnis der Architektur von \LaTeX erlangen, aber vielleicht sind Sie auch zufrieden damit – von einem Minimalbeispiel startend – Fragen zu klären, wenn sie sich stellen. Eventuell ist es Ihnen auch am liebsten, einen umfangreichen Rohling einer Abschlussarbeit im Wesentlichen nur auszufüllen. Alle diese Varianten sind prinzipiell geeignet am Ende eine angemessene Textsatzqualität für die Abschlussarbeit zu erzielen. Im Internet finden sich mannigfaltige Einführungen und Tutorials von diversen Universitäten, deutsch- oder englischsprachig, Minimalbeispiele, Vorlagen und Speziallösungen; sicherlich sind nicht alle optimal, viele können aber sehr hilfreich sein.

2 Formaler Aufbau

Die Abschlussarbeit sollte wie folgt strukturiert sein:

2.1 Titelseite

Auf der Titelseite sind folgende Informationen anzugeben:

- Titel der Arbeit,
- vollständiger Name und Matrikelnummer,
- Angabe des Bachelor- bzw. Master-Seminars,
- Fakultät für Mathematik, Universität Bielefeld,
- Angabe des ersten Betreuers,
- Abgabedatum.

Empfohlen wird hier die Verwendung eines vorgefertigten Titelseiten-Kozepts, z.B. mit KOMA-Script. KOMA-Script bezeichnet eine Sammlung von Klassen und Paketen, die in der Regel vorinstalliert ist oder ansonsten zu den Distributionen hinzugefügt wird. Wie das genau funktioniert, hängt von der Distribution ab. Ist KOMA-Script vorhanden, muss es nicht extra in der `.tex`-Datei eingebunden werden.

2.2 Inhaltsverzeichnis

Dieses wird automatisch aus den Kapitelüberschriften mit dem Befehl

```
\tableofcontents
```

erzeugt. Hierzu werden Kapitel und Unterkapitel hierarchisch mit

```
\chapter{Kapitelname}  
\section{Abschnitt}  
\subsection{Unterabschnitt}  
\subsubsection{Teilunterabschnitt}
```

erzeugt. Die Kapitel des Appendix kann man genau so erzeugen, wenn man vor dessen Beginn den Befehl `\appendix` einfügt.

2.3 Einleitung

Die Einleitung sollte mindestens eine Seite lang sein und die folgenden Punkte beinhalten:

- Kurze Einordnung der Arbeit in die bekannte Literatur,
- Erläuterung der betrachteten Fragestellungen,
- Übersicht der erzielten Ergebnisse.

2.4 Die einzelnen Kapitel

Die Kapitelüberschriften sind immer aussagekräftig zu gestalten. Überschriften, wie [Satz 3](#) oder [Beweis von Lemma 7](#) erfüllen dieses Kriterium nicht.

Jedes Kapitel sollte mit einem kurzen, einleitenden Text beginnen. Hierbei darf es auch eine Überschneidung mit der Einleitung geben, die Texte sind aber spezifischer zu gestalten. Erst dann sollten Sie zu den mathematischen Details kommen.

2.5 Zusammenfassung der Arbeit / Fazit

Dieses Kapitel fasst die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit (sehr) kurz zusammen. Auch kann man hier offene Fragen diskutieren oder interessante Aspekte, die aber nicht Gegenstand der Arbeit sind, kurz ansprechen.

2.6 Literaturverzeichnis

Es sind alle Quellen, die in der Arbeit verwendet werden, sorgfältig zu zitieren. Hierzu bietet sich das `BIBTEX`-Paket an. Das `BIBTEX`-Paket ist in der Regel in der jeweiligen Distribution vorhanden. Das `BIBTEX`-Paket muss, wie KOMA-Script, nicht gesondert in die Datei eingebunden werden. Die Literaturliteraturdatenbank, die im Beispiel `Literatur.bib` heißt, kann wie folgt eingebunden werden:

```
\bibliographystyle{abbrv}  
\bibliography{Literatur}
```

Die Datei `Literatur.bib` enthält die zu zitierenden Arbeiten, z.B.

```
@BOOK {ag90,  
AUTHOR = {Allgower, Eugene L. and Georg, Kurt},  
TITLE = {Numerical Continuation Methods},  
NOTE = {An introduction},  
PUBLISHER = {Springer-Verlag},  
ADDRESS = {Berlin},  
YEAR = {1990},  
PAGES = {xiv+388},  
ISBN = {3-540-12760-7},  
MRCLASS = {65H10 (58C30 65-02 90C30)},  
MRNUMBER = {92a:65165},  
MRREVIEWER = {Romesh Saigal},  
}
```

Dieses Buch wird, falls `Literatur.bib` im gleichen Verzeichnis vorliegt, mit dem Befehl `\cite{ag90}` zitiert. \LaTeX und \BibTeX ersetzen in unserem Beispiel den `\cite{}`-Befehl durch [\[1\]](#), und im Literaturverzeichnis wird automatisch der folgende Eintrag erzeugt:

[\[1\] E. L. Allgower and K. Georg. *Numerical Continuation Methods*. Springer-Verlag, Berlin, 1990. An introduction.](#)

Der obige (13-zeilige) Eintrag in der `Literatur.bib` muss nicht von Hand erzeugt werden, sondern kann automatisch auf einer der folgenden Web-Seiten abgerufen und via *copy & paste* übertragen werden:

- Universitätsbibliothek Bielefeld
- Math. Reviews: MathSciNet Bielefeld:
<http://ams.math.uni-bielefeld.de/mathscinet/search.html>
- Zentralblatt für Mathematik: MATH-Datenbank:
<http://www.zentralblatt-math.org/zmath/>

Hinweis: Es sind immer zitierwürdige Quellen zu wählen. Hierzu zählen Lehrbücher und Veröffentlichungen, **nicht** aber Vorlesungsskripte oder Wikipedia!

2.7 Kritischer-Text-Gebrauch – Ich versichere...

Eine unterschriebene Erklärung ist anzufügen, die besagt, dass die Arbeit selbstständig verfasst wurde. Hiermit versichert der Autor / die Autorin insbesondere, dass die verwendeten Quellen sorgfältig zitiert und auch in einleitenden Texten keine fremden Textfragmente ohne deutliche Kenntlichmachung verwendet wurden.

3 Weitere Hinweise

3.1 Quellenverweise und Umgang mit Resultaten aus der Literatur

Mathematische Aussagen (Sätze, Lemmata, Definitionen. etc.), die Sie aus der Literatur übernehmen, müssen jeweils mit exakter Literaturangabe versehen werden, d.h., inklusive Satznummer oder Seitenzahl. Es genügt nicht, pauschal auf einen Artikel oder ein Buch zu verweisen. Es empfiehlt sich dabei, eine Angabe der Form [\[1, Theorem 1.1\]](#) zu wählen. Dabei handelt es sich in diesem Beispiel um Theorem 1.1 aus Artikel oder Buch [\[1\]](#) aus Ihrem Literaturverzeichnis. Wenn dies in Ihrer Arbeit Satz 5.3 entspricht, so können Sie die Literaturangabe kompakt gestalten, indem Sie

[Satz 5.3 \[1, Theorem 1.1\]](#)

schreiben.

Soweit Sie nicht nur einzelne Sätze zitieren, sondern sich in der Darstellung und Aufbau stark an einer Vorlage orientieren, so sollten Sie zu Beginn des entsprechenden Kapitels oder Abschnitts darauf hinweisen, indem Sie das Kapitel bzw. den Abschnitt mit einer kurzen thematischen Übersicht beginnen und dann, bevor Sie zu den mathematischen Details kommen, eine Aussage der Art

In diesem Kapitel folgen wir der Darstellung in [1, Kapitel 1]

einfügen. Auch mit diesem Hinweis genügen ein Abschreiben oder eine reine Übersetzung der Vorlage nicht. Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie alle Aussagen selbständig formulieren und, wo immer angebracht, eigene Ergänzungen und Erläuterungen einfügen. Beachten Sie dazu ebenfalls den dritten Unterpunkt in Abschnitt 4.

3.2 Schriftgröße

Bitte verwenden Sie eine Schriftgröße von 12pt.

3.3 Quantoren und Folgepfeile

Quantoren (\forall , \exists) und Folgepfeile (\Leftarrow , \Rightarrow , \Leftrightarrow) werden nie im Fließtext verwendet. In abgesetzten Formeln sind Folgepfeile nur akzeptabel, wenn die Beziehung ohne weitere Begründung einsehbar ist. Nehmen Sie Ihnen bekannte Lehrbücher zum Vorbild.

3.4 Mathematische Symbole

Mengen-Symbole kann man wie folgt schreiben:

- \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{R} , \mathbb{C} .

Befehle: `\mathbb{N}`, `\mathbb{Z}`, `\mathbb{R}`, `\mathbb{C}`. Diese funktionieren ausschließlich innerhalb einer *Matheumgebung*, d.h. entweder mittels `\mathbb{R}` innerhalb eines Fließtextes oder innerhalb einer abgesetzten Formel, z.B.

```
\begin{align}
\mathbb{R}
\end{align}
```

Damit die `align`-Umgebung zur Verfügung steht, muss zuvor das Paket `amsmath` eingebunden werden mittels `\usepackage{amsmath}` im Header der Datei.

- Alternativ: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{R} , \mathbb{C} .

Befehle: `\mathbbm{N}`, `\mathbbm{Z}`, `\mathbbm{R}`, `\mathbbm{C}`. Hierbei muss zusätzlich das Paket `bbm` mittels des Befehls `\usepackage{bbm}` im Header der Datei eingebunden werden.

Für diese Symbole ist das Einrichten einer Kurzform eines Befehls ratsam; definiert man eine solche mittels

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

im Header der Datei, dann erzeugt \LaTeX auch durch `\R` das Symbol \mathbb{R} .

Mathematische Symbole wie `log`, `exp`, `sin`, `min`, `max`, `det` usw. werden niemals kursiv gesetzt (vergleiche *log*, *exp*, *sin*, *max*, ...). Die obigen Beispiele sind bereits in \LaTeX definiert durch

```
\log, \exp, \sin, \min, \max, \det.
```

Wird ein weiteres Symbol, z.B. `span`, benötigt, kann dieses in der jeweiligen Matheumgebung mit dem Befehl `\mathrm{span}` gesetzt werden.

Insbesondere mathematische Symbole, die durch einen lateinischen Buchstaben gegeben sind, werden immer innerhalb einer mathematischen Umgebung angegeben, z.B.

Seien $a, b, c > 0$ reelle Zahlen derart, dass a und b ...

anstelle von

Seien $a, b, c > 0$ reelle Zahlen derart, dass a und b ...

Daraus erzeugt L^AT_EX:

Seien $a, b, c > 0$ reelle Zahlen derart, dass a und b ...

anstelle von

Seien $a, b, c > 0$ reelle Zahlen derart, dass a und b ...

3.5 Label-Konzepte

- Sätze, Lemmata, Definitionen,
- Kapitel und Unterkapitel,
- Formeln,
- Abbildungen

werden nie von Hand durchgezählt, sondern es wird mit dem Befehl `\label{name}` ein Label gesetzt. Auf dieses Label wird dann mit `\ref{name}` bzw. im Fall einer Formel mit `\eqref{name}` zugegriffen. Dieses Konzept stellt sicher, dass sich problemlos weitere Sätze, Definitionen, usw. einfügen lassen, wobei die Nummerierung automatisch angepasst wird.

Auch sollte man Sätze, Definitionen, Lemmata mit einem Zähler durchzählen. So wird vermieden, dass nach [Satz 7](#) die [Definition 2](#) und dann das [Lemma 5](#) folgt. Beispielhafte Umsetzung unter Verwendung von `\usepackage{theorem}`:

```
\newcounter{lemma}
\newtheorem{lemma}{Lemma}
\newtheorem{proposition}[lemma]{Proposition}
\newtheorem{definition}[lemma]{Definition}
\newtheorem{satz}[lemma]{Satz}
\newtheorem{bemerkung}[lemma]{Bemerkung}
```

Definitionen, Sätze und Bemerkungen mit Label werden dann wie folgt gesetzt:

```
\begin{definition}
\label{name1}
Sei ...
\end{definition}
```

```
\begin{satz}
\label{name2}
Es gilt ...
\end{satz}
```

```
\begin{bemerkung}
\label{name3}
Es sei bemerkt, dass ...
\end{bemerkung}
```

L^AT_EX erzeugt daraus (hier):

Definition 1 Sei...

Satz 2 Es gilt...

Bemerkung 3 Es sei bemerkt, dass...

Im Folgenden kann mittels `\ref{name1}`, bzw. `\ref{name2}` oder `\ref{name3}` auf diese Nummern zugegriffen werden und L^AT_EX erzeugt 1, bzw. 2 oder 3.

Um auf eine Formel verweisen zu können, muss diese in einer abgesetzten und nummerierten Matheumgebung angegeben werden, zum Beispiel so:

```
\begin{align}
\mathbb{P}\left(\lim_{n\rightarrow\infty} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n X_i - \mathbb{E}[X]\right)^{-1} = \dots
\label{name4}
\end{align}
```

erzeugt durch L^AT_EX:

$$\mathbb{P}\left(\lim_{n\rightarrow\infty} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n X_i - \mathbb{E}[X]\right)^{-1} = \dots \quad (1)$$

Um auf diese Formel zu verweisen, verwendet man `\eqref{name4}`, welches als (1) übersetzt wird (einschließlich der Klammern).

Bitte nummerieren Sie **alle** Formeln, die in abgesetzten Matheumgebungen erscheinen.

3.6 Rechtschreibung und Zeichensetzung

Es empfiehlt sich, eine Rechtschreibprüfung zu verwenden und die Endversion einem Kommilitonen zum Korrekturlesen zu geben.

Zeichensetzung muss auch über Formeln hinweg erfolgen, insbesondere endet jeder Satz mit einem Punkt. Ein Beispiel:

Sei die Linearisierung von f in $x^*(t)$, definiert durch

$$a^*(t) = \partial_x f(x^*(t), t) \quad \text{für alle } t \in I, \quad (4.7)$$

negativ und von Null weg beschränkt, d.h., es existiere eine Konstante $a_0 > 0$ derart, dass

$$a^* \leq -a_0 \quad \text{für alle } t \in I. \quad (4.8)$$

3.7 Wir-Perspektive und passivische Formulierung

Ein mathematischer Text wird üblicherweise nicht in der Ich-Perspektive formuliert, und es wird empfohlen, diese grundsätzlich zu vermeiden mit Ausnahme der Eigenständigkeitserklärung, vgl. Abschnitt 2.7. Stattdessen wird häufig die Wir-Perspektive verwendet, z.B.

- Wir wollen annehmen ...
- Daraus können wir folgern, dass ...

- Im Verlauf der Arbeit haben wir gezeigt, dass ...

Ebenfalls üblich sind passivische Formulierung, etwa

- Im Weiteren wird angenommen ...
- Daraus lässt sich folgern ...
- Im Verlauf der Arbeit ist gezeigt worden, dass ...

Auch möglich (etwas veraltet) ist eine imperativische Darstellung in der 3. Person, z.B.

- Man nehme an ...
- Man folgere, dass ...

3.8 Grundsätze zur sprachlichen Formulierung

Die sprachliche Formulierung dient ausschließlich der Verständlichkeit des Inhalts der Arbeit.

- Formulierungen sind so zu wählen, dass Missverständnisse ausgeschlossen sind. Das beinhaltet eine sorgfältige Wortwahl.
- Der Lesbarkeit wegen wird zudem empfohlen, einfache Satzkonstruktionen grundsätzlich zu bevorzugen. Satzkonstruktionen mit mehr als einem Nebensatz sind nach Möglichkeit zu meiden.

4 Formale Genauigkeit und Konsistenz

- In Bemerkungen stehen nur Aussagen, die zwar interessant sind, aber zum Verständnis des Gesamttextes nicht benötigt werden. Aussagen wie [Aus Bemerkung 2.1 folgt ...](#) sind zu vermeiden.
- Mögliche Interpretationen innerhalb von Beweisen gänzlich zu vermeiden, verringert die Gefahr, Beweisschritte formal unzureichend auszuführen und sie durch Plausibilitätsargumente zu ersetzen. Es empfiehlt sich stattdessen, vor oder nach dem Beweis die anschauliche Interpretation zu diskutieren.
- Es ist darauf zu achten, einheitliche Bezeichnungen zu wählen. Da für die Abschlussarbeit in der Regel verschiedene Quellen verwendet werden und jeder Autor seine eigenen Bezeichnungen verwendet, ist dies eine nicht zu unterschätzende, sehr wichtige Aufgabe!