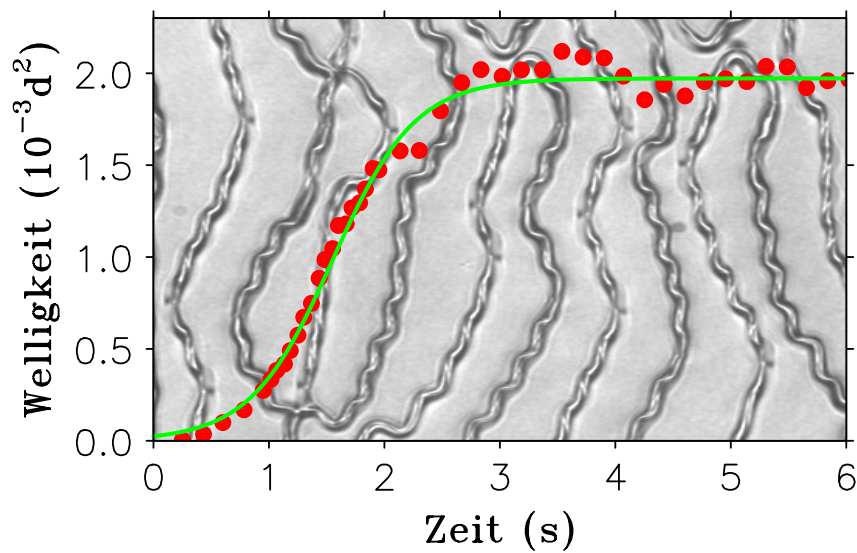


L^AT_EX–VORLAGE FÜR EINE PRAKTIKUMSAUSWERTUNG (z.B. IN PHYSIK)



Physikalisches Praktikum PPBphys1

im Sommersemester 2013

Durchgeführt am 30. Januar 2013 von

WOLFGANG SCHÖPF UND CHRISTOPH KRAMER

Betreuer: Prof. Dr. Ingo Rehberg

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Motivation und Ziel des Versuchs | 5 |
| 2 | Fragen zur Vorbereitung | 6 |
| 2.1 | L ^A T _E X–Distribution und Erstellen des Textes | 6 |
| 2.1.1 | MiKTeX | 6 |
| 2.1.2 | Erstellen des Quelltextes und Erzeugen des Dokumentes . . . | 6 |
| 2.1.3 | Arbeitsumgebung | 7 |
| 2.2 | Text, Befehle, Leerzeichen und Kommentare | 7 |
| 2.2.1 | Text und Befehle | 7 |
| 2.2.2 | Einige Feinheiten zu Leerzeichen | 7 |
| 2.2.3 | Kommentare | 8 |
| 2.3 | Hervorhebungen, Fußnoten und Zitate | 8 |
| 2.4 | Gliederung der Arbeit und Labels | 9 |
| 2.4.1 | Mögliche Gliederungsstruktur | 9 |
| 2.4.2 | Labels: Referenzierung von Abschnitten | 10 |
| 2.5 | Umgebungen | 10 |
| 3 | Messprotokoll: Versuchsaufbau, Messmethoden und Durchführung | 11 |
| 3.1 | Einfügen von Abbildungen | 11 |
| 3.1.1 | Die <code>figure</code> –Umgebung | 11 |
| 3.1.2 | Einbinden des Bildes | 12 |
| 3.2 | Einfügen von Tabellen | 12 |
| 3.2.1 | Die <code>table</code> –Umgebung | 12 |
| 3.2.2 | Erstellen von Tabellen | 12 |
| 4 | Auswertung und Diskussion | 14 |
| 4.1 | Die mathematischen Umgebungen | 14 |
| 4.2 | Beispiele für die Gestaltung von Formeln | 14 |
| 4.3 | Schriftarten in Formeln | 16 |
| 4.3.1 | Variablen und Text, Indizes und Funktionen | 16 |
| 4.3.2 | Größen, Zahlen und Einheiten | 16 |
| 4.4 | Aufzählungen | 16 |
| 4.5 | Weitere Formatierungshilfen | 17 |
| 4.5.1 | Überstehende Zeilen | 17 |
| 4.5.2 | Trennhilfen | 17 |
| 4.5.3 | Nicht zu trennende Ausdrücke | 18 |
| 4.6 | Eine abschließende Warnung | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 5 Zusammenfassung und Fazit | 19 |
| A Herleitung und Lösung von Gleichung 3 | 20 |
| A.1 Vorbereitung | 20 |
| A.2 Herleitung | 20 |
| A.3 Lösung | 20 |
| B Genaue Beschreibung der Auswertemethode | 21 |
| Literaturverzeichnis | 23 |

1 Motivation und Ziel des Versuchs

Dieses Dokument ist **keine** Musterauswertung und soll auch keine L^AT_EX-Anleitung ersetzen. Es stellt lediglich eine Vorlage zum Erstellen einer Praktikumsauswertung dar und gibt eine Idee für eine Gliederung. Es soll Nicht-L^AT_EX-Vertrauten den Einstieg erleichtern und L^AT_EX-Experten von Formfragen befreien. Für L^AT_EX-Finheiten wird auf die entsprechende Literatur verwiesen (Kopka, 2000; Lamport, 1995; LaTeX, 2011).

Die meisten L^AT_EX-Befehle werden hier nicht näher erklärt, deren Gebrauch sollte sich aber aus dem Quelltext “Auswertung.tex” und den weiteren, in Kapitel 2 beschriebenen, Dateien erschließen. Deshalb ist es als Einstieg sicher eine gute Idee, den Quelltext zusammen mit dem fertigen Ausdruck zu lesen, um ein Gefühl für die L^AT_EX-Struktur zu bekommen. Es wird hier zwar auf grundlegende L^AT_EX-Gestaltungsmöglichkeiten und einige Spezialitäten eingegangen, aber natürlich können nicht alle Eventualitäten abgedeckt werden. Gewünschte Ergänzungen oder Verbesserungsvorschläge können gerne an den Autor heran getragen werden.

Kapitel 2 geht auf das grundsätzliche Arbeiten mit L^AT_EX, den Aufbau und die Gliederung des Textes sowie auf die Verwendung von Zitaten ein. Das Einfügen von Bildern und die Gestaltung von Tabellen wird in Kapitel 3 behandelt. Kapitel 4 befasst sich mit Gleichungen und damit verwandten Problemen. Außerdem werden verschiedene weitere Gestaltungsmöglichkeiten und einige wichtige Befehle diskutiert. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Fazit in Kapitel 5.

2 Fragen zur Vorbereitung

2.1 L^AT_EX–Distribution und Erstellen des Textes

2.1.1 MiKTeX

Dieses Dokument wurde mit Hilfe von MiKTeX 2.9 erstellt und sollte sich demnach auch mit neueren MiKTeX–Versionen übersetzen lassen. MiKTeX ist eine L^AT_EX–Implementation für Windows und beinhaltet alles, was man für L^AT_EX benötigt. Eine aktuelle MiKTeX–Distribution kann kostenlos im Netz heruntergeladen werden (MiKTeX, 2011).

2.1.2 Erstellen des Quelltextes und Erzeugen des Dokumentes

Zum Erstellen des Quelltextes benötigt man einen Texteditor. Entweder kann der gesamte Text in eine Datei geschrieben oder aber auf mehrere Dateien aufgeteilt werden. In letzterem Fall gibt es eine Masterdatei, welche die anderen Dateien durch `\input{...}`–Befehle einbezieht. Im vorliegenden Dokument sind die Kapitel 2, 3 und 4 in eigene Dateien (`Grundlagen.tex`, `Aufbau.tex` und `Diskussion.tex`) ausgelagert und werden an den entsprechenden Stellen der Masterdatei (hier: `Auswertung.tex`), welche den restlichen Text beinhaltet, eingelesen:

```
\input{Grundlagen}
\input{Aufbau}
\input{Diskussion}
```

Ein druckbares Dokument wird durch die folgenden Befehle (z.B. von einer Kommandozeile aus) erzeugt:

```
latex Auswertung
bibtex Auswertung
latex Auswertung
latex Auswertung
dvips Auswertung / dvipdfm Auswertung
```

Hierbei wird durch `dvips Auswertung` eine Postscript-Datei und durch `dvipdfm Auswertung` eine PDF-Datei generiert. Die ersten 4 Zeilen können auch durch `texify Auswertung.tex` ersetzt werden.

2.1.3 Arbeitsumgebung

Zum Erstellen des Textes und Erzeugen des Dokumentes kann anstatt eines Texteditors auch eine Arbeitsumgebung verwendet werden, welche üblicherweise zusätzliche Werkzeuge und Hilfsmittel zur Verfügung stellt und somit die Arbeit mit \LaTeX erheblich erleichtert. Die aktuelle MiKTeX-Distribution beinhaltet zu diesem Zweck die Umgebung “TeXworks”. Zum Schreiben des vorliegenden Dokumentes wurde allerdings das “TeXnicCenter” verwendet (TeXnicCenter, 2011), welches als deutlich benutzerfreundlicher empfunden wurde.

2.2 Text, Befehle, Leerzeichen und Kommentare

2.2.1 Text und Befehle¹

Ein \LaTeX -Dokument besteht normalerweise aus *Text*, welcher zu verarbeiten ist, und aus *Befehlen*, welche angeben, wie der Text zu bearbeiten ist. Befehle bestehen entweder aus einzelnen Sonderzeichen, welche im Text nicht vorkommen, oder aus Wörtern, denen ein Backslash (\) unmittelbar vorangesetzt ist. Einen Überblick über die Befehle gibt die einschlägige \LaTeX -Literatur (Kopka, 2000; Lamport, 1995; LaTeX, 2011).

Ein Text besteht aus *Zeichen*, die zu *Wörtern* zusammengefügt sind. Die Wörter bilden *Sätze* und diese wiederum *Absätze*, welche zu größeren Einheiten wie *Abschnitten* und *Kapiteln* zusammengefügt werden. Wörter bestehen aus einem oder mehreren Zeichen und werden durch Leerzeichen oder einen Zeilenwechsel voneinander getrennt. \LaTeX interpretiert Leerzeichen und Zeilenwechsel als Wortende, wobei die Anzahl der Leerzeichen unerheblich ist. Der Wortabstand wird dadurch nicht beeinflusst. Absätze werden durch eine oder mehrere Leerzeilen voneinander getrennt, wobei der Abstand zwischen den Absätzen ebenfalls nicht von der Anzahl der Leerzeilen abhängt. Der Zeilenumbruch erfolgt unabhängig von der Texteingabe automatisch.

2.2.2 Einige Feinheiten zu Leerzeichen

\LaTeX wählt innerhalb einer Zeile zwischen den Wörtern immer den gleichen Abstand, außer am Satzende. \LaTeX interpretiert einen Punkt, ein Ausrufezeichen, ein Fragezeichen oder einen Doppelpunkt, der hinter einem Kleinbuchstaben oder einer Zahl steht, als Satzende und fügt einen zusätzlichen kleinen Zwischenraum ein. Dies ist bei Abkürzungen wie ‘i. Allg.’ oder ‘Dr. Schmidt’ und Ähnlichem unerwünscht und wird durch die Verwendung von ‘~’ oder ‘_’ anstelle des Leerzeichens verhindert:

```
i.~Allg.\      statt   i. Allg.
Dr.~Schmidt   statt   Dr. Schmidt
```

¹Dieser Abschnitt wurde fast wörtlich aus Abschnitt 1.4 des Buches von Kopka (2000) übernommen.

2 Fragen zur Vorbereitung

Folgender Beispielsatz soll dies verdeutlichen:

Zur Arbeit kommt Dr. Schmidt i. Allg. sehr früh.

Zur Arbeit kommt Dr. Schmidt i. Allg. sehr früh.

~ und _ erzeugen beide den normalen Wortabstand. ~ verhindert überdies, dass an dieser Stelle ein Zeilenumbruch erfolgen kann, was insbesondere bei Konstruktionen wie gerade erläutert oder etwa bei ‘Gl. (3)’ unerwünscht ist.

2.2.3 Kommentare

Zur besseren Lesbarkeit der Quelldateien können Kommentare eingefügt werden. Eine Zeile, die mit einem Prozentzeichen (%) beginnt, wird von L^AT_EX als Kommentarzeile interpretiert und nicht übersetzt. Ebenso wird innerhalb einer Zeile alles nach dem %-Zeichen ignoriert.

2.3 Hervorhebungen, Fußnoten und Zitate

Die Einleitung sollte eine kurze und zielgerichtete *Einführung in die Thematik* geben, welche sich nicht nur an Spezialisten wendet, sowie die Arbeit motivieren. Insbesondere *wichtige Begriffe* können verschiedenartig hervorgehoben werden, was aus Lesbarkeitsgründen aber **möglichst sparsam** verwendet werden sollte. Fußnoten werden durch den Befehl `\footnote{... text ...}` erzeugt.²

Im Praktikumsbericht muss natürlich die verwendete Literatur angegeben werden. Dabei kann aus verschiedenen Quellen, wie etwa aus Büchern (Gobrecht, 1978; Dierking, 2003; Khoo, 2007) oder Sammelbänden (Kramer & Pesch, 1996), oder aber aus wissenschaftlichen Zeitschriften (Stieb *et al.*, 1975) zitiert werden. Weitere Quellen können Abschlussarbeiten wie Dissertationen (Lafuente, 2005) sowie Bachelor- oder Diplomarbeiten sein (Kramer, 2010; Schöpf, 1988), aber auch private Mitteilungen (Rehberg, 2011) und interne Dokumente (Müller *et al.*, 2011). Natürlich kann man aus dem Internet zitieren (LaTeX, 2011) wie auch aus technischen Dokumentationen und Bedienungsanleitungen (Agilent, 2006). Die Zitate werden entweder wie oben in Klammern gesetzt oder man geht direkt auf die Arbeit von Ahlers & Rehberg (1986) ein.

Das Literaturverzeichnis kann unmittelbar in die Quelldatei eingegeben oder mit Hilfe von “bibtex” aus einer Literaturdatei (hier: “Auswertung.bib”) erzeugt werden. Letzteres hat den Vorteil, dass diese Literaturdatei wachsen und immer wieder verwendet werden kann, da “bibtex” hieraus automatisch die benötigten Zitate erzeugt und dem jeweiligen Zitierstil anpasst. Deshalb wird diese Methode wärmstens empfohlen. Das Literaturverzeichnis wird durch die Befehle

```
\bibliographystyle{Auswertung}  
\bibliography{<Literaturdatei>}
```

²Dies sind oft kurze Anmerkungen, welche nicht direkt in den Text passen.

hier: `\bibliography{Auswertung}`, erzeugt (s. gegen Ende dieses Dokumentes). Der Zitierstil wird durch die Datei “Auswertung.bst” festgelegt, welche diesen Dokumenten beiliegt. “Auswertung.bst” wurde aus dem entsprechenden Stil für das *Journal of Fluid Mechanics* speziell für diese Vorlage angepasst, so dass auch Internetzitate bequem angebracht werden können und deutsche Zitate leichter möglich sind. Die Datei kann entweder in die MiKTeX–Verzeichnisstruktur integriert werden oder muss sich im gleichen Verzeichnis wie die Datei “Auswertung.tex” befinden.

2.4 Gliederung der Arbeit und Labels

2.4.1 Mögliche Gliederungsstruktur

Die hier vorgestellte Gliederung ist ein Vorschlag, muss natürlich nicht wörtlich übernommen werden und orientiert sich an den Gegebenheiten des jeweiligen Versuchs. Die Hauptüberschriften (Kapitel) werden durch den Befehl

```
\chapter{Überschrift}
```

erzeugt, darunter gibt es die Gliederungsebenen

```
\section{...}
\subsection{...}
```

welche mit Nummern versehen und ins Inhaltsverzeichnis übernommen werden, sowie

```
\subsubsection{...}
\paragraph{...}
\subparagraph{...}
```

Letztere erhalten keine Nummern, werden nicht ins Inhaltsverzeichnis übernommen und sollten aus Übersichtlichkeitsgründen bis vielleicht auf `\subsubsection{...}` wahrscheinlich auch nicht verwendet werden.

Material, welches nicht in den Hauptteil der Arbeit passt (komplizierte Herleitungen, technische Feinheiten und Ähnliches), kann in einen Anhang gepackt werden. Der Anhang wird mit `\appendix` eingeleitet (s. Ende dieses Dokumentes) und erlaubt die gleiche Gliederungsstruktur wie gerade diskutiert. Lediglich die Hauptnummerierung erfolgt dann nicht mit Zahlen, sondern mit Großbuchstaben.

Sollen Überschriften in einer geänderten oder abgekürzten Form ins Inhaltsverzeichnis bzw. in den Seitenkopf übernommen werden, so kann man dies durch

```
\section[geänderte Überschrift]{richtige Überschrift}
```

bewerkstelligen. Diese Konstruktion wurde für Abschnitt 2.2.1 verwendet, damit die Fußnotenmarke nicht im Inhaltsverzeichnis erscheint. Auch bei sehr langen Überschriften kann dies sinnvoll sein.

2.4.2 Labels: Referenzierung von Abschnitten

Es wird empfohlen, alle Überschriften gleich mit einem Label zu versehen, damit leicht auf sie Bezug genommen werden kann.³ Das geschieht mit dem Befehl `\label{<Label>}`. Diese Möglichkeit wurde am Ende von Kapitel 1 für die Übersicht über diese Arbeit ausgenutzt. Insbesondere müssen dann Querverweise nicht überarbeitet werden, wenn sich die Nummerierung von Überschriften aus irgendeinem Grund einmal ändert.

2.5 Umgebungen

In \LaTeX gibt es eine Reihe von so genannten *Umgebungen*, von denen ein paar wichtige in diesem Dokument verwendet und auch kurz vorgestellt werden. Umgebungen gibt es für die verschiedensten Zwecke, z. B. zum Setzen von Bildern und Tabellen, zum Setzen von Gleichungen oder für Aufzählungen. Eine Umgebung wird durch den Befehl `\begin{<Umgebung>}` eröffnet und mit `\end{<Umgebung>}` wieder geschlossen. Der innerhalb einer Umgebung stehende Text wird entsprechend der jeweiligen Umgebung anders behandelt als der Text außerhalb der Umgebung. Was genau damit gemeint ist, wird anhand der Beispiele klar werden.

³Das gilt auch für Gleichungen, Bilder und Tabellen, s. später.

3 Messprotokoll: Versuchsaufbau, Messmethoden und Durchführung

3.1 Einfügen von Abbildungen

3.1.1 Die `figure`-Umgebung

Das Einfügen von Abbildungen erfolgt am Einfachsten mit Hilfe der `figure`-Umgebung und ist exemplarisch in Abb. 3.1 gezeigt.¹ Diese Umgebung, wie auch die in Abschnitt 3.2 besprochene `table`-Umgebung, ist beweglich, d. h. \LaTeX entscheidet nach gewissen Kriterien, wohin die Abbildung platziert wird. Zusätzlich können beim Öffnen der Umgebung ein oder mehrere Positionierungsparameter angegeben werden, wobei die Sinnvollsten 'h' für 'here', 't' für 'top' und 'b' für 'bottom' sind: `\begin{figure}[htb]`. Die Reihenfolge dieser Parameter priorisiert die Wahl der Platzierung.

Innerhalb der Umgebung kann eine Bildunterschrift mit Hilfe des Befehls `\caption{... text ...}` erzeugt werden. Außerdem sollte jede Abbildung mit

¹Abbildung 3.1 wurde aus Kramer (2010) entnommen.



Abbildung 3.1: Kernspintomogramm eines menschlichen Fußes.

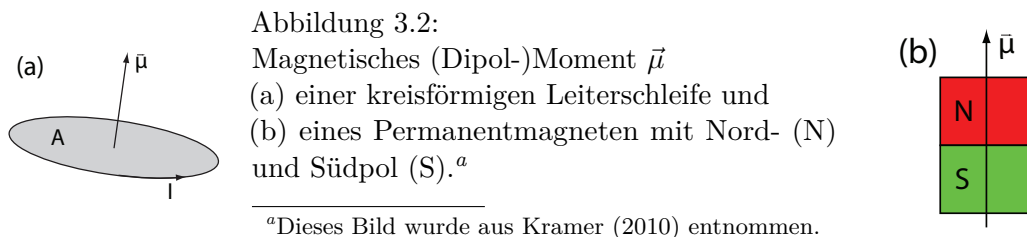
einem Label versehen werden, um leicht darauf Bezug nehmen zu können, wie dies im vorhergehenden Absatz geschehen ist. Ganz allgemein sollten Bilder und Tabellen nie einfach so im Dokument erscheinen, sondern **immer** im Text auch referenziert werden.

3.1.2 Einbinden des Bildes

Das einzubindende Bild sollte möglichst als eps-Datei vorliegen bzw. in eine solche konvertiert werden. Das Bild kann sich im aktuellen Arbeitsverzeichnis oder in dem durch `\graphicspath{{./bilder/}}` festgelegten Verzeichnis befinden, es kann beim Einbinden aber auch der Pfad direkt angegeben werden. Das Einbinden selbst geschieht durch den Befehl

```
\includegraphics[width = 0.5\textwidth]{./bilder/Fuss_Kernspin}
```

Hier ist es sinnvoll, als Parameter entweder die Breite (`width`) oder die Höhe (`height`) anzugeben, und zwar möglichst in Einheiten der Textbreite (`\textwidth`) bzw. der Texthöhe (`\textheight`). Beim Einbinden von Abbildungen können auch kompliziertere Konstruktionen verwendet werden, wie in Abb. 3.2 gezeigt.



3.2 Einfügen von Tabellen

3.2.1 Die table-Umgebung

Die `table`-Umgebung ist sehr ähnlich zur `figure`-Umgebung und eignet sich zum Einfügen von Tabellen in den Text. Sie ist, wie schon erwähnt, ebenfalls beweglich und lässt die gleichen Positionierungsparameter zu. Innerhalb der Umgebung kann eine Tabellenbeschriftung erzeugt werden und auch Tabellen sollten immer ein Label erhalten. Ein sehr einfaches Beispiel stellt Tab. 3.1 dar.

3.2.2 Erstellen von Tabellen

Eine Tabelle wird am Zweckmäßigsten mit Hilfe der `tabular`-Umgebung erstellt, wie dies auch bei Tab. 3.1 geschah. Die Formatierung der Spalten wird beim Öffnen

Tabelle 3.1:
Literaturwerte für $B(T)$
(Mears *et al.*, 1969)

| | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| $T / ^\circ\text{C}$ | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| $B / \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$ | -294 | -275 | -257 | -235 | -223 |

der Umgebung bestimmt, z.B. `\begin{tabular}{c|c|l|l|c|r}`. Diese Tabelle besteht aus 6 Spalten, wobei der Inhalt der Spalten 1, 2 und 5 horizontal zentriert ist (c), der Inhalt der Spalten 3 und 4 wird linksbündig dargestellt (l), während Spalte 6 rechtsbündig erscheint (r). | erzeugt einen vertikalen Strich zwischen zwei Spalten, || erzeugt zwei dicht benachbarte Striche. Die Einträge in den einzelnen Spalten werden durch & voneinander getrennt, \\ beendet eine Zeile. Ein horizontaler Strich wird durch \hline nach dem Zeilenende eingefügt.

Eine etwas kompliziertere Tabelle ist aus Khazimullin *et al.* (2011) entnommen und in Tab. 3.2 gezeigt. Der Aufbau wird durch Lesen des Quelltextes klarer. Die dabei auftretenden $\$$ -Zeichen für den mathematischen Modus werden im nächsten Abschnitt erläutert. Der Befehl `\multicolumn{3}{c}{Homopolymer}` fasst mehrere Spalten zu einer zusammen. In diesem Fall werden 3 Spalten zu einer, in der das Wort “Homopolymer” zentriert erscheint, kombiniert. Ähnlich wurde die Überschrift “Block copolymer” erzeugt.

| Block copolymer | | | Homopolymer | | |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------|-------------------|------------------|
| c (%) | γ_1 (Pa·s) | 2σ (Pa·s) | c (%) | γ_1 (Pa·s) | 2σ (Pa·s) |
| 0.2 | 0.081 | 0.011 | 0.5 | 0.114 | 0.025 |
| 0.5 | 0.10 | 0.02 | 1.0 | 0.17 | 0.05 |
| 0.8 | 0.16 | 0.03 | 1.5 | 0.37 | 0.09 |
| 1.1 | 0.23 | 0.07 | 2.0 | 0.49 | 0.07 |
| 1.3 | 0.51 | 0.15 | 2.5 | 0.81 | 0.23 |
| 1.5 | 0.73 | 0.15 | | | |
| 1.8 | 2.4 | 1.3 | | | |
| 2.1 | 11 | 3.8 | | | |
| 2.3 | 47 | 38 | | | |

Tabelle 3.2: Measured rotational viscosity γ_1 with the corresponding standard deviation 2σ for all polymer samples. For pure 5CB, we found $\gamma_1 = 0.078$ Pa·s with $2\sigma = 0.010$ Pa·s.

4 Auswertung und Diskussion

4.1 Die mathematischen Umgebungen

Mathematische Formeln werden durch einen die Formel beschreibenden Text erzeugt. Hierzu dienen die *mathematischen Umgebungen*. Alles was innerhalb dieser Umgebungen steht, wird von L^AT_EX als Formel interpretiert. Der Vorteil von L^AT_EX besteht darin, dass auch sehr komplizierte Formeln und Gleichungen recht einfach und übersichtlich geschrieben werden können.

Formeln können innerhalb von Textzeilen auftreten, wie $y = f(x) = x^2$, oder als abgesetzte Formeln, wie

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \sin \pi x}{\ln \sin x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\pi \frac{\cos \pi x}{\sin \pi x}}{\frac{\cos x}{\sin x}} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\pi \tan x}{\tan \pi x} = \dots = 1. \quad (4.1)$$

Im ersten Fall wird die Formel zwischen zwei `$`-Zeichen gesetzt, hier also

`$y = f(x) = x^2$`.

Für abgesetzte Formeln gibt es die `equation`-Umgebung für einzeilige Formeln und die `eqnarray`- oder die `align`-Umgebung für mehrzeilige Formeln.¹ Abgesetzte Formeln werden automatisch nummeriert und sollten immer mit einem Label zur Referenzierung versehen werden, wie dies in Gl. (4.1) und auch allen anderen geschehen ist.

4.2 Beispiele für die Gestaltung von Formeln

Es gibt eine Vielzahl von mathematischen Befehlen und Gestaltungsmöglichkeiten, auf die hier nicht alle eingegangen werden kann. Stattdessen werden einige Beispiele gezeigt, anhand deren Quelltext sich die Bedeutung einiger Möglichkeiten erschließen lässt. Gleichung (4.1) zeigt z. B. die Verwendung von ineinander geschachtelten Brüchen und verschiedener Funktionen, während in Gl. (4.2) eine Wurzel und auch Text (s. Abschnitt 4.3.1) innerhalb der Formel vorkommt:

$$W_G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad \text{mit} \quad \bar{x} = Np, \sigma^2 = Np \quad (4.2)$$

¹Die `align`-Umgebung wird anstelle der vielleicht bekannteren `eqnarray`-Umgebung empfohlen, da letztere einige Nachteile hat (siehe z. B. Madsen, 2006).

4.2 Beispiele für die Gestaltung von Formeln

Die Gleichungen (4.3) und (4.4) zeigen eine mehrzeilige Formel und Gl. (4.5) die Verwendung von Matrizen.² In beiden Fällen wird eine Zeile jeweils durch `\\` beendet. Weitere mehr oder weniger komplizierte Formeln werden in den Gln. (4.6)–(4.11) vorgestellt. Wie in den Beispielen zu sehen ist, können die verschiedenen mathematischen Ausdrücke wie Brüche, Wurzeln, Summen, Integrale usw. beliebig ineinander verschachtelt werden.

$$k_{11} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_a}{\pi^2} U_F^2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_a}{\pi^2} \frac{U_{\text{on}}^2}{\tau_{\text{off}}/\tau_{\text{on}} + 1}, \quad (4.3)$$

$$\gamma_1 = \frac{\pi^2}{d^2} k_{11} \tau_{\text{off}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_a}{d^2} \frac{\tau_{\text{off}} \tau_{\text{on}}}{\tau_{\text{off}} + \tau_{\text{on}}} U_{\text{on}}^2. \quad (4.4)$$

$$\mathcal{A} = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}, \quad \mathcal{B} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \mathcal{A} \cdot \mathcal{B} = \begin{pmatrix} 6 & 12 & 18 \\ 10 & 5 & 0 \\ 10 & 7 & 0 \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

$$T(x, t) = T_b + (T_0 - T_b) \cdot \text{erf}(z) \quad (4.6)$$

mit $\text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-y^2} dy$ und $z = \frac{x}{2\sqrt{mt}}$

$$n_e = \frac{n_{\perp} n_{\parallel}}{\sqrt{n_{\perp}^2 \cos^2 \theta(z) + n_{\parallel}^2 \sin^2 \theta(z)}}, \quad n_o = n_{\perp}. \quad (4.7)$$

$$W_B(x) = \frac{N!}{x!(N-x)!} \cdot p^x (1-p)^{N-x} \quad (4.8)$$

$$\bar{x} = \sum_{x=0}^N x W_B(x) = Np \quad (4.9)$$

$$\sigma^2 = \sum_{x=0}^N (x - \bar{x})^2 W_B(x) = Np(1-p) \quad (4.10)$$

$$\sin \gamma \approx \gamma, \quad \cos \gamma \approx 1 - \frac{\gamma^2}{2}, \quad \sqrt{1 - \left(\frac{\gamma}{n}\right)^2} \approx 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma}{n}\right)^2 \quad (4.11)$$

Die mathematischen Umgebungen dienen nicht nur zum Setzen von Formeln, sondern auch zur Darstellung einer Vielzahl von Sonderzeichen und griechischen Buchstaben. Beispiele sind α , β und Σ , aber auch ∇ , \Downarrow und \otimes . Im Prinzip lässt sich so ziemlich jedes Symbol darstellen, man muss es nur finden.

²Gleichungen (4.3) und (4.4) wurden aus Khazimullin *et al.* (2011) entnommen.

4.3 Schriftarten in Formeln

4.3.1 Variablen und Text, Indizes und Funktionen

Innerhalb einer mathematischen Umgebung werden Buchstaben und damit auch die daraus entstehenden Wörter in *Italic* gesetzt, was meistens auch gewünscht ist. Es ist deshalb darauf zu achten, solche Variablen auch im fortlaufenden Text richtig zu setzen, also z. B. “die Dicke *d*” und **nicht** “die Dicke d”.

Will man umgekehrt Text innerhalb von Formeln schreiben, so muss man dies durch den Befehl `\text{... text ...}` erzwingen, wie in den Gln. (4.2) und (4.6) geschehen. Ebenfalls nicht in *Italic* gesetzt werden Funktionsnamen wie $\sin x$, $\arctan(2\pi f)$ oder $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$. Die meisten dieser Namen sind in \LaTeX definiert, so dass z. B. `\sin` verwendet werden kann. Das gleiche gilt für Indizes, welche Abkürzungen darstellen, also z. B. “ τ_{off} ” und **nicht** “ τ_{off} ” (s. Gln. 4.3 und 4.4).

4.3.2 Größen, Zahlen und Einheiten

Eine physikalische Größe besteht normalerweise aus einer Zahl und einer Einheit, welche zusammen gehören und deshalb am Zeilenende nicht getrennt oder umgebrochen werden sollen. Auch ist der Abstand zwischen beiden etwas kleiner als der normale Wortabstand, was durch das Einfügen von `\,` erreicht wird.

Es ist weiterhin darauf zu achten, dass im Gegensatz zu einer Variablen die Einheit nicht in *Italic* gesetzt wird. Es muss also richtig heißen “die Dicke beträgt $d = 15\,\mu\text{m}$ und nicht etwa “die Dicke beträgt $d = 15\,\mu\text{m}$ ” und auch nicht “die Dicke beträgt $d = 15\,\mu\text{m}$. Dies wird erreicht durch `$d = 15\,\,\text{\si{\micro\metre}}$` oder auch durch `$d = 15\,\,\text{\si{\micro\metre}}$`.³ Ein weiteres Beispiel ist $g = 9.81\,\text{m/s}^2$.

4.4 Aufzählungen

Als wichtigste Aufzählungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

1. die `enumerate`-Umgebung
 - a) Erster Punkt
 - b) Zweiter Punkt
 - c) Dritter Punkt
2. die `itemize`-Umgebung
 - Erster Punkt
 - Zweiter Punkt
 - Dritter Punkt

³Für den Befehl `\si{<Einheit>}` wird das Paket `siunitx` benötigt.

3. und die `description`-Umgebung**Kamel** Ein Säugetier**Forelle** Ein Fisch**Baum** Eine Pflanze

Dieses Beispiel verdeutlicht auch, dass die verschiedenen Umgebungen ineinander verschachtelt werden können, und zwar bis zu einer Tiefe von 4 einzeln und wechselseitig. Je nach Ebene ändert sich dabei der Stil der Markierung.

4.5 Weitere Formatierungshilfen

4.5.1 Überstehende Zeilen

Kommen überlange Worte vor, so kann oder mag \LaTeX manchmal die Zeile nicht am rechten Rand umbrechen, so dass einzelne Wörter nach rechts über die eigentliche Zeilenlänge hinaus stehen. Dies kann durch die `sloppypar`-Umgebung, welche sich auf einen ganzen Absatz bezieht, verhindert werden. Gegebenenfalls wird dann mehr und oft auch unschöner Zwischenraum zwischen die einzelnen Wörter eingefügt, die Rechtsbündigkeit des Absatzes bleibt aber erhalten.

Solche Absätze wurden z. B. in Abschnitt 2.1.2 oder in Abschnitt 2.4.2 und auch in diesem Absatz hier definiert. Ohne diese Umgebung würde der letzte Teil von Abschnitt 2.1.2 so aussehen:

Hierbei wird durch “`dvips Auswertung`” eine Postscript-Datei und durch “`dvipdfm Auswertung`” eine PDF-Datei generiert. Die ersten 4 Zeilen können auch durch “`texify Auswertung.tex`” ersetzt werden.

4.5.2 Trennhilfen

Manchmal kann \LaTeX einzelne Wörter nicht trennen, wie z. B. hier:

“... für abgesetzte Formeln gibt es zwei Möglichkeiten, nämlich die `equation`-Umgebung für einzeilige Formeln und die `eqnarray`-Umgebung für mehrzeilige Formeln.”

oder Wörter werden falsch getrennt, wie etwa “Wortende”: Wor- tende.

In solchen Fällen kann die Trennung durch Einfügen der Trennhilfe ‘\’ korrigiert werden: `Wort\-ende`. In einem Wort können auch mehrere Trennhilfen vorkommen: `Um\-ge\-bung`. \LaTeX wird die betroffenen Wörter dann ausschließlich an diesen Stellen trennen.

Es wird dringend empfohlen, bei der endgültigen Version eines Dokumentes die rechten Ränder nach fehlerhaften Trennungen abzusuchen!

4.5.3 Nicht zu trennende Ausdrücke

Es kann vorkommen, dass einzelne Wörter, Wortgruppen oder sonstige Ausdrücke nicht getrennt oder umgebrochen werden sollen. Dies erreicht man durch Einschließen des jeweiligen Ausdrucks in eine `\mbox{"Ausdruck"}`. Man könnte also auch `\mbox{Gleichung (3)}` statt `Gleichung~(3)` schreiben.

Im folgenden Beispiel wurde die zweite Variante durch `\mbox{$f(x) = x^2$}` erzwungen, was insbesondere dann besser zu lesen ist, wenn statt des Zeilenumbruchs gar ein Seitenumbruch statt findet:

.....dies ist der Rest des letzten Satzes. Betrachtet man nun die Funktion $f(x) = x^2$, so findet man ...

.....dies ist der Rest des letzten Satzes. Betrachtet man nun die Funktion $f(x) = x^2$, so findet man ...

Solche Konstruktionen können allerdings leicht zu überstehenden Zeilen führen, welche dann wieder durch die `sloppypar`-Umgebung aufzulösen sind:

.....dies ist der Rest des letzten Satzes. Betrachtet man nun die Funktion $f(x) = x^2$, so findet man ...

4.6 Eine abschließende Warnung

Oft sieht man zu Beginn eines \LaTeX -Quelltextes Anweisungen zur Textgeometrie. Ich möchte davor ausdrücklich warnen! Seit der Erfindung des modernen Buchdrucks im 15. Jahrhundert wurde sehr viel über diese Frage nachgedacht und die Erfahrung zeigt, dass eine Änderung durch Laien ohne typografische Ausbildung meist zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis führt. Das Anpassen der Textgeometrie sollte ausschließlich mit Hilfe der “`DIV = X`”-Option der verwendeten \LaTeX -Klasse geschehen. Dabei bedeutet eine größere ganze Zahl X einen höheren und breiteren Text, wobei Höhe, Breite und Ränder proportional nach festen Richtlinien geändert werden.

5 Zusammenfassung und Fazit

Meine Hoffnung ist, dass durch dieses kleine Dokument der Einstieg in L^AT_EX etwas leichter fällt und beim Schreiben einer Praktikumsauswertung nicht zu viel Zeit zum Erlernen eines Textverarbeitungssystems verloren wird. Sollte einmal ein scheinbar unlösbares Problem auftauchen, so wage ich zu behaupten, dass es in L^AT_EX für alles Drucktechnische eine Lösung gibt, man muss sie nur finden.¹

Viel Spaß dabei!

¹So ging es mir übrigens auch beim Schreiben dieser Vorlage.

A Herleitung und Lösung von Gleichung 3

Die Gliederungsstruktur ist die gleiche wie im normalen Text. Lediglich die Hauptnummerierung erfolgt durch Buchstaben anstelle von Zahlen. Deshalb wird hier auf weiteren Text verzichtet.

A.1 Vorbereitung

A.2 Herleitung

A.3 Lösung

B Genaue Beschreibung der Auswertemethode

Literaturverzeichnis

- AGILENT 2006 *Benutzerhandbuch Agilent 34410A/11A, Multimeter mit 6^{1/2} Stellen*, 3. Auflage.
- AHLERS, G. & REHBERG, I. 1986 Convection in a binary mixture heated from below. *Phys. Rev. Lett.* 56 (13), 1373–1376.
- DIERKING, I. 2003 *Textures of Liquid Crystals*, chap. 5, pp. 54–74. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
- GOBRECHT, H. 1978 *Bergmann-Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band III Optik*, 7. Auflage, pp. 418–419. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- KHAZIMULLIN, M., MÜLLER, T., MESSLINGER, S., REHBERG, I., SCHÖPF, W., KREKHOV, A., PETTAU, R., KREGER, K. & SCHMIDT, H.-W. 2011 Gel formation in a mixture of a block copolymer and a nematic liquid crystal. *Phys. Rev. E* 84, 021710: 1–11.
- KHOO, I.-C. 2007 *Liquid Crystals*, 2nd edn. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- KOPKA, H. 2000 *L^AT_EX, Band 1 — Einführung*, 3. überarbeitete Auflage. München; Boston; San Francisco [u.a.]: Addison-Wesley Verlag.
- KRAMER, C. 2010 *Das magnetische Moment*. Bachelorarbeit, Universität Bayreuth.
- KRAMER, L. & PESCH, W. 1996 Electrohydrodynamic instabilities in nematic liquid crystals. In *Pattern Formation in Liquid Crystals* (eds. Á. Buka & L. Kramer), pp. 221–255. New York; Berlin; Heidelberg: Springer.
- LAFUENTE, Ó. 2005 *Thermoreversible Gele von isotropen und anisotropen Flüssigkeiten mit chiralen Organogelatoren*. Doktorarbeit, Universität Bayreuth.
- LAMPORT, L. 1995 *Das L^AT_EX-Handbuch*. Bonn; Paris; Reading, Mass. [u.a.]: Addison-Wesley Verlag.
- L^AT_EX 2011 Latex — A document preparation system. URL <http://www.latex-project.org/> – Zugriffsdatum: 10.05.2011.
- MADSEN, L. 2006 Avoid eqnarray. *The PracT_EX Journal* (4).
- MEARS, W. H., ROSENTHAL, E. & SINKA, J. V. 1969 Physical properties and virial coefficients of sulfur hexafluoride. *J. Phys. Chem.* 73 (7), 2254–2261.

MiKTeX 2011 MiKTeX Project Page. URL <http://www.miktex.org/> – Zugriffsdatum: 11.11.2011.

MÜLLER, T., PÖHLMANN, A. & MESSLINGER, S. 2011 Normalizing radial distribution functions on truncated regions. Internes Dokument, Experimentalphysik V, Universität Bayreuth.

REHBERG, I. 2011 Persönliche Mitteilung.

SCHÖPF, W. 1988 *Konvektion in binären Flüssigkeiten und multikritisches Verhalten in der Nähe des Kodimension-2-Punktes*. Diplomarbeit, Universität Bayreuth.

STIEB, A., BAUR, G. & MEIER, G. 1975 Alignment inversion walls in nematic liquid crystal layers deformed by an electric field. *J. Phy. (Paris) Colloq.* 36 (C1), 185.

TeXnicCenter 2011 TeXnicCenter — the Center of your L^AT_EX Universe. URL <http://www.texniccenter.org/> – Zugriffsdatum: 15.11.2011.