

Formatierungshinweise für Praktikumsprotokolle

Hendrik Seitz-Moskaliuk (IEKP)

13. Januar 2015

Im Folgenden werden einige wichtige Formatierungshinweise zu Praktikumsprotokollen gegeben, die auch für Abschlussarbeiten von Interesse sind. Einige der Hinweise zum Formelsatz beruhen dabei auf Normen (DIN, ...). Am Ende des Dokuments werden Tipps zum Nachlesen der Normen gegeben. Die folgende Zusammenstellung ist nur eine Auswahl und es gibt sicherlich noch eine ganze Reihe an weiteren formalen Vorschriften, aber diese hier sind die wichtigsten. Es soll sich hierbei auch nicht um eine Schikane der Studenten handeln; spätestens beim Verfassen der eigenen Abschlussarbeit oder eines Papers kommt es wesentlich auf die Formalien an.

Es wurde darauf verzichtet, bei den Latex-Commands zu kennzeichnen, wenn der Mathemodus (zwischen zwei $\$$ -Zeichen oder z. B. die `align`-Umgebung) nötig ist.

Anführungszeichen. Für deutsche Anführungszeichen muss das Paket `german` eingebunden sein. Dann erhält man die unteren Anführungszeichen über `"`` (Anführungszeichen und Gravis) und die oberen über `"'` (Anführungszeichen und Apostroph). Englische Aufzählungszeichen erhält man vorne über ```` (zweimal Gravis) und hinten über `''` (zweimal Apostroph).

Aufzählungen. Bei Aufzählungen muss die Satzzeichensetzung beachtet werden. Außerdem muss jeder Aufzählungspunkt die gleiche Satzstruktur aufweisen. Dazu ein kleines Beispiel, wie es nicht sein sollte: Die korrekte Formatierung wissenschaftlicher Texte

- erhöht die Lesbarkeit
- Außerdem wird die Verarbeitung in den Redaktionen der Journale erleichtert.

Richtig ist dagegen: Die korrekte Formatierung wissenschaftlicher Texte

- erhöht die Lesbarkeit,
- dient zur leichteren Verarbeitung in den Redaktionen der Journale.

Dezimaltrennzeichen. Latex verwendet als Standarddezimaltrennzeichen den Punkt, auch in Texten, in denen als Sprachpaket `german` verwendet wird. Dies führt dazu, dass die Verwendung des Kommas als Dezimaltrennzeichen in deutschen Texten von Latex automatisch mit einem Leerzeichen versehen wird: `$3,14$` ergibt somit 3,14, während `3.14` zu 3.14 führt.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Problem zu lösen: Die Verwendung des Pakets `siunitx` (siehe Absatz „Einheiten“) ermöglicht die globale Definition des Kommas als Dezimaltrennzeichen, indem man im Header den Befehl `\sisetup{locale=DE}`

setzt. Verwendet man dann für das Schreiben von Zahlen die `\SI`-Umgebung (siehe Absatz „Einheiten“), so kann man dort die Zahlen sogar mit Punkt als Trennzeichen eingeben und sie werden trotzdem mit Komma ausgegeben. Eine andere Möglichkeit ist die Einbindung des Pakets `icomma`. Dies setzt „intelligente“ Kommas; erkennt also automatisch, ob die Kommas als Dezimaltrennzeichen verwendet werden und macht dann kein Leerzeichen danach. Wird das Leerzeichen explizit gewünscht, so muss es im Code einfach nach dem Komma gesetzt werden. Die Verwendung dieses Pakets kann jedoch manchmal zu Problemen mit anderen Paketen führen, die das Komma in anderem Zusammenhang verwenden. Eine weitere Möglichkeit ist, das Komma explizit ohne Leerzeichen einzugeben, also `\$3{,}14\$`. Dies ergibt ebenfalls 3,14. Diese Möglichkeit funktioniert aber wohl nicht bei allen Schriftarten im Mathemodus. Schließlich bleibt die Möglichkeit, die Zahlen außerhalb des Mathemodus zu schreiben (wird schwierig in einer `align`-Umgebung), oder die Kommas explizit als Text einzufügen: `\$3\rm{,}14\$`. Solange hier zwischen Zahlen und Text kein Leerzeichen im Code gesetzt wird, ergibt sich auch 3,14.

Einheiten. Einheiten werden nicht kursiv geschrieben und mit einem sog. schmalen geschützten Leerzeichen vom Zahlenwert abgetrennt (DIN1301). Das schmale geschützte Leerzeichen wird bei Latex durch `\,` erzeugt. `\rm{}` erlaubt das nicht kursive Schreiben im Mathemodus. Eine Ausnahme bildet die Einheit Grad ($^\circ$), die ohne Leerzeichen an den Zahlenwert angefügt wird. Dies gilt jedoch nur bezogen auf den Winkel, die Einheit $^\circ\text{C}$ wird mit schmalen geschützten Leerzeichen geschrieben. Siehe auch Tabelle 1.

Beispiele:

`90\,\rm{m}` \rightarrow 90 m

`90\,\%` \rightarrow 90 %

aber: `90^{\circ}` \rightarrow 90°

Vorsicht bei Temperaturangaben: `90\,\^{\circ}\rm{C}` \rightarrow 90°C

Richtig eingebunden werden Formeln durch die Verwendung des Pakets `siunitx`. So ergibt der Befehl `\SI{3e8}{\metre\per\second}` $3,2 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. Um das Kreuz durch den korrekten Malpunkt zu ersetzen, muss im Dokumentenheader vor `\begin{document}` der Befehl `\ssetup{}` eingebunden werden. Dort können in den geschweiften Klammern globalen Einstellungen festgelegt werden, z. B. per `exponent-product=\cdot`, `output-product=\cdot` der korrekte Malpunkt oder per `locale=DE` die richtigen Einstellungen für deutsche Texte inklusive Dezimaltrennzeichen und Malpunkt. Das Paket bietet eine Reihe von weiteren Möglichkeiten, u. a. das automatische Runden auf eine festgelegte Stelle, Angabe von Fehlern, die automatische Festlegung des Dezimaltrennzeichens, ... Es sei aber drauf hingewiesen, dass diese Angaben oftmals global festgelegt werden und es deshalb in einigen Fällen sinnvoller sein kann, die Einheiten manuell zu setzen wie oben in diesem Absatz beschrieben.

Graphiken. Zur korrekten Formatierung von Graphiken gibt es eine Reihe von Hinweisen:

- Die *Schriftgröße und Schriftart* in der Graphik sollte die gleiche sein wie im Fließtext.
- Bei der *Achsenbeschriftung* ist vor allem die korrekte Wiedergabe der Einheit zu beachten. Nicht erlaubt ist die Darstellung der Einheit in eckigen Klammern, also

z. B. m [kg]. Nicht empfohlen aufgrund möglicher Missverständnisse wird von der NIST auch die Darstellung m (kg). Erlaubt ist dagegen m/kg oder m in kg.

- Es sollte immer auf eine *Schwarzweiß-Kompatibilität* geachtet werden. Dazu müssen z. B. unterschiedliche Graphen in einem Plot unterschiedlich dargestellt werden, also einer mit durchgezogener Linie, einer mit gestrichelter Linie usw.
- Bei *farbigen Darstellungen* sollte auf das gleichzeitige Verwenden von rot und grün verzichtet werden. Ein nicht unerheblicher Teil der Bevölkerung leidet unter Rot-Grün-Schwäche und kann dann die entsprechenden Graphiken möglicherweise nicht richtig deuten.
- Das *Verbinden von Datenpunkten* in sogenannten Scatter-Plots ist nicht erlaubt.
- Die *Bildbeschreibung* muss unter der Graphik stehen.
- Die Graphik sollte entweder ganz oben oder ganz unten auf einer Seite angeordnet werden (für die bessere Übersichtlichkeit). Anordnungen der Art Graphik - Fließtext - Graphik sind auf einer Seite unübersichtlich und sollten vermieden werden. Alternativ geht aber Graphik - Graphik, d. h. auf dieser Seite steht dann kein Fließtext.
- Eine Art, die Graphiken einzubinden, ist dieser Beispielcode:

```
\begin{figure}
\centering \includegraphics[width=0.x\textwidth]{Dateiname.png oder
.pdf}
\caption[Bildunterschrift]{\textbf{Bildunterschrift.} Ausführliche
Beschreibung.}
\label{zumReferenzieren}
\end{figure}.
```

Möchte man die Graphiken bewusst nach oben oder nach unten auf eine Seite setzen, so ergänzt man hinter `\begin{figure}` noch ein `[t]` bzw. ein `[b]`. Durch die Benutzung des Befehls `[width=0.x\textwidth]` kann man alle eingebundenen Graphiken gleich breit formatieren (wird empfohlen), wenn `x` bei allen Graphiken durch die gleiche Zahl ersetzt wird.

Griechische Buchstaben. Griechische Kleinbuchstaben werden im Mathemodus kursiv geschrieben. Dies ist jedoch nicht immer korrekt, z. B. in der Einheit Mikrometer (μm), wo das μ aufrecht geschrieben werden muss, oder bei feststehenden Begriffen wie der Benennung von Teilchen (z. B. α -Strahlung). Für die aufrechte Darstellung müssen in der Regel Zusatzpakete verwendet werden und es gibt verschiedene Möglichkeiten, die aufrechte Darstellung zu implementieren. Eine davon ist das Paket `upgreek`. Im Latexbefehl muss zur aufrechten Darstellung nur ein `up` vor den griechischen Buchstaben ergänzt werden.

Beispiele:

```
\upmu\rm{m}  $\rightarrow \mu\text{m}$  (zum Vergleich kursiv: \mu\rm{m}  $\rightarrow \mu\text{m}$ )
\uppi  $\rightarrow \pi$  (zum Vergleich kursiv: \pi  $\rightarrow \pi$ )
```

Griechische Großbuchstaben werden dagegen standardmäßig aufrecht geschrieben. Stellt man also eine beliebige Funktion mit einem großen Phi dar, so muss dieses erst kursiv gemacht werden: `\it{\Phi}` $\rightarrow \Phi$ (siehe auch Operatoren und Tabelle 1).

Indizes. Indizes werden aufrecht geschrieben, wenn sie eine Abkürzung enthalten. m_e bezeichnet die Elektronenmasse. Das e kürzt hierbei also „Elektron“ ab und wird deshalb aufrecht geschrieben. Der zugehörige Latexcode ist `m_{\rm e}`.

Indizes werden kursiv geschrieben, wenn sie eine physikalische Größe oder eine mathematische Variable enthalten. Beispiel sind Größen, die mit elektromagnetischer Strahlung zusammenhängen. Diese werden manchmal mit einem Index ν oder λ gekennzeichnet, um zu verdeutlichen, dass sie mithilfe der Frequenz oder der Wellenlänge dargestellt werden, z. B. die spektrale spezifische Ausstrahlung eines schwarzen Körpers: M_ν^0 , M_λ^0 . Ein mathematisches Beispiel ist a_n , wo n als Laufparameter für eine natürliche Zahl steht. Siehe auch Tabelle 1.

Klammern. Klammern sollten immer gleich groß wie der einzuklammernde Ausdruck sein. Dies erreicht man durch die Latex-Commands `\left(` bzw. `\right)`. Die Verwendung dieser Commands ist vor allem bei Brüchen empfehlenswert. Ohne `\left(` bzw. `\right)`:

$$\left(\frac{a}{b}\right),$$

mit:

$$\left(\frac{a}{b}\right).$$

Konstanten. Ist ein Formelzeichen Symbol für eine feste mathematische Zahl, so wird dieses Zeichen aufrecht geschrieben. Ist ein Formelzeichen Symbol für eine feste physikalische Konstante, so wird dieses Symbol kursiv geschrieben. Somit steht ein e für die Eulersche Zahl, aber ein e für die Elementarladung. Weitere Beispiele für Symbole für mathematische Zahlen mit aufrechter Schreibweise sind die Kreiszahl π und die imaginäre Zahl i , Beispiele für physikalische Konstanten mit kursiver Schreibweise sind die Dielektrizitätskonstante ϵ_0 oder die Lichtgeschwindigkeit c . Siehe auch Tabelle 1.

Leer- und Satzzeichen. Es gibt verschiedene Arten von Leerzeichen, wovon vor allem das schmale geschützte und das geschützte Leerzeichen eine Bedeutung bei der Verfassung von wissenschaftlichen Arbeiten haben. Das schmale geschützte Leerzeichen (Latexcode `\,`, funktioniert ohne Mathemodus) ist wie oben erwähnt bei der Trennung von der Maßzahl von ihrer Einheit von Bedeutung. Es ist etwas schmaler als das normale Leerzeichen. Geschützt bedeutet, dass an dieser Stelle kein Zeilenumbruch stattfinden kann, es wird also nicht die Zahl in die eine Zeile und die Einheit in die nächste Zeile geschrieben. Außerdem wird der Abstand zwischen Zahl und Einheit im Blocksatz nicht verändert. Ein weiterer Einsatz des schmalen geschützten Leerzeichens ist in Abkürzungen für mehrere Wörter: `z.\,B.`, `i.\,d.\,R.`, ...

Diese Abkürzungen sind direkt auch ein Einsatzfeld für das geschützte Leerzeichen (Latexcode `\~`, funktioniert ohne Mathemodus). Dieses Leerzeichen hat eine normale Breite, ist aber geschützt in dem Sinn, dass die Breite im Blocksatz nicht verändert wird und kein Zeilenumbruch erlaubt ist. Das geschützte Leerzeichen wird nach der Abkürzung eingesetzt, da sonst manchmal Latex den Punkt als Satzende interpretiert und die nachfolgende Leerstelle größer darstellt. Auch bei Anreden oder Worten verknüpft mit einer

Zahl ist ein geschütztes Leerzeichen notwendig. Beispiele sind `z.\,B.\,`, `Prof.\,Drexlin` und `Kapitel\,3`.

Formeln im Fließtext werden als normale Satzglieder behandelt (analog zu Aufzählungen, siehe dort), auch wenn sie in einer eigenen Zeile stehen. Beispielsweise steht am Ende dieses Satzes die Eulersche Formel in einer abgesetzten Zeile, und nach der Formel muss zwingend ein Punkt kommen:

$$e^{i\pi} = 1 .$$

Der Punkt wird dabei etwas abgesetzt von der Formel gesetzt (getrennt von einem geschützten Leerzeichen, also `1\.`), um Verwechslungen mit einem Formelbestandteil oder in diesem Fall mit einem Dezimaltrennzeichen auszuschließen. Man beachte in der Formel auch die aufrechte Darstellung der Konstanten, siehe dazu Operatoren und Konstanten.

Operatoren. Operatoren und Funktionen mit fester Bedeutung wie Sinus und Kosinus werden aufrecht geschrieben. Dies erreicht man unter Latex z. B. mit den Befehlen `\sin` bzw. `\cos`. Auch das `d` des Ableitungsoperators muss aufrecht gestellt werden: `\rm{d}x` ergibt dx . Weitere Beispiele sind Funktionen mit fester Bedeutung wie der Imaginärteil $\text{Im}(x)$ oder die Delta-Distribution $\delta(x)$, die aufrecht geschrieben werden müssen. Siehe auch Tabelle 1.

Orphan lines. Es sollte vermieden werden, dass ein neuer Absatz in der letzten Zeile einer Seite anfängt oder ein Absatz in der ersten Zeile einer neuen Seite endet. Diese orphan lines (auf Deutsch Schusterjungen und Hurenkinder genannt) sehen schlichtweg nicht gut aus und können vermieden werden, indem man `\newpage` geschickt einsetzt: Entweder schiebt man somit den neuen Absatz auf die nächste Seite oder man schiebt noch eine Zeile von der vorherigen Seite auf die neue Seite, sodass dort mindestens zwei Zeilen des Absatzes stehen. Diese Formatierung sollte man allerdings erst ganz zum Schluss vornehmen, da man sich sonst mit dem Befehl `\newpage` die Formatierung kaputt machen kann, wenn man nachträglich noch etwas am Text ändert. Eine weitere Möglichkeit ist das Verwenden der Befehle `\clubpenalty=10000`, `\widowpenalty=10000` und `\displaywidowpenalty=10000`. Werden diese Befehle im Header (vor `\begin{document}`) eingefügt, so wird das Auftreten von Schusterjungen und Hurenkindern mit einer unendlich hohen Strafe belegt, d. h. Latex setzt den Text so, dass diese möglichst vermieden werden. Es kann aber sein, dass dennoch welche auftreten, wobei dann die erste Variante (`\newpage`) zur Behebung eingesetzt werden kann. Und schließlich bleibt immer noch die Möglichkeit, den Text so umzuformulieren, dass orphan lines vermieden werden.

Tabellen. Für Tabellen gelten einige Regeln, die bereits für Graphiken benannt wurden, es gibt aber auch ein paar Unterschiede, wie im Folgenden zu sehen sein wird:

- *Tabellenbeschreibungen* stehen oberhalb der Tabelle (im Gegensatz zu den Bildbeschreibungen bei Graphiken).
- Für *Einheiten* gelten die gleichen Bemerkungen wie zu Graphiken. Die Einheiten dürfen innerhalb einer Spalte nicht geändert werden, außer, man schreibt zu jedem Eintrag eine eigene Einheit.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Schreibregeln in Formeldarstellungen. Die Regeln gelten auch für die Schreibweise in Indizes; d. h. ein Laufparameter als Index wird ebenfalls kursiv geschrieben, eine Abkürzung im Index dagegen aufrecht.

Typ	Schreibweise	Beispiele
Zahlen	aufrecht	789; 123; 45,6
Einheiten	aufrecht	3,6 T; 0,532 μm ; 18,6 keV
phys. Konstanten	kursiv	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
math. Konstanten	aufrecht	$e = 2,71\dots$; $\pi = 3,14\dots$; $i^2 = -1$
phys. Größen	kursiv	F ; m ; a
Variablen u. Laufparameter	kursiv	x ; y ; α ; n
beliebige Funktionen	kursiv	$f(x)$
Operatoren und definierte Funktionen	aufrecht	$\sin(x)$; $\delta(x)$; $\frac{df}{dx}$
Abkürzungen, Wörter, Teilchen	aufrecht	e^- ; B_{max} ; μ_{B} (Bohr-Magneton)

- Die *Anzahl der senkrechten und waagerechten Linien* sollte aus Gründen der Übersichtlichkeit so weit wie möglich reduziert werden. Ein Beispielcode folgt:

```

\begin{table}
\centering
\caption[Überschrift]{\textbf{Überschrift.} Ausführliche Beschreibung.}
\begin{tabular}{cccc}
\toprule
Spalte 1 & Spalte 2 & Spalte 3 & Spalte 4 \\
\midrule
Eintrag 1 & Eintrag 2 & Eintrag 3 & Eintrag 4 \\
Eintrag 5 & Eintrag 6 & Eintrag 7 & Eintrag 8 \\
\bottomrule
\end{tabular}
\label{zum-Referenzieren}
\end{table} .

```

Ein nach dieser Vorgabe kompiliertes Beispiel findet sich in Tabelle 1.

Zitationen. In der Physik ist es weit verbreitet, Zitate im Text mithilfe von [Abc12] kenntlich zu machen. Abc sind dabei die ersten drei Anfangsbuchstaben des Erstautors und 12 steht für die Jahreszahl. In vielen Journalen findet man aber auch die Nummerierung der Quellen, also z. B. [1]. Letztere Variante ist nicht falsch, für die Zitationen in Abschlussarbeiten wird aber dennoch die erste Variante empfohlen.

Literaturhinweise: Es gibt eine Reihe von Literatur zu dem Thema; hier ist eine kleine Auswahl zusammengestellt.

1. Vieles findet sich in der Wikipedia, z. B. im Artikel zum Thema „Formelsatz“ oder „DIN1301“.
2. A. Thompson and B. N. Taylor, *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*, NIST Special Publication 811 (2008). Abrufbar unter <http://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf> (Stand 21.10.2014).

3. Weitere wichtige Tipps erhält man in den regelmäßig von der Physik-Fachschaft angebotenen Vorträgen zum Thema „Verfassen einer Abschlussarbeit“ oder in dem HoC-Kurs „Wissenschaftliches Schreiben für Physiker“.

Danken für ihre Hinweise zu diesem kleinen Formatierungsleitfaden möchte ich Julian Gethmann, Lukas Hehn, Simon Niemes, Simone Rupp und Magnus Schlösser.