

Hinweise zur Anfertigung einer Seminararbeit

Prof. Dr. Ingolf V. Hertel

<http://www.promint.hu-berlin.de/praktikum>

Senior Advisor HU Berlin und

Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie
Berlin-Adlershof,

zuletzt aktualisiert: 23. Juli 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Eine Seminararbeit schreiben	2
2	Beispiel: Moderne Physik und Schule	2
2.1	Umfang	2
2.2	Anforderungen	3
3	Darstellung und Gliederung	4
3.1	Allgemeine Hinweise	4
3.2	Muster für eine Gliederung	5
4	Formatierung, Formalia und Stil	8
4.1	L ^A T _E X und andere Editoren	8
4.2	Formalia	9
4.3	Literatur- und Quellenverwaltung	10
4.4	Ganz wichtig: richtiges Zitieren	11
4.5	Einheiten, Symbole, Gleichungen etc.	13
4.6	„Captions“ für Tabellen und Abbildungen	15
4.7	Abbildungen	15
	Literatur	17
	Anhang A: Beispiele	18

1 Eine Seminararbeit schreiben

Es gibt einen reichen Erfahrungsschatz zum Verfassen wissenschaftlicher Texte (s. auch HERTEL, 2015). Auch wenn (oder gerade weil) Anfänger häufig meinen, sie könnten auf eine entsprechende Einweisung verzichten, zeigt leider die Erfahrung, dass man dabei beliebig viele, leicht vermeidbare Fehler machen kann.

Die schriftliche Ausarbeitungen eines Seminarvortrags ist ein bescheidener Einstieg zur Einübung auch für die spätere Berufspraxis in Forschung, Hochschule oder Schule.

2 Beispiel: Moderne Physik und Schule

2.1 Umfang

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Moderne Physik und Schule“ (Spezialvorlesung oder -seminar, bzw. Forschungspraktikum) hält jede/r Studierende einen Seminarvortrag, der anschließend schriftlich auszuarbeiten ist.

1. Im Einzelmodul PK24 und PK24a (jeweils 5 SP) sind, ebenso wie für M3 (5 SP), für den Haupttext und die *selbst für diesen Zweck erarbeiteten Anhänge* etwa 20 Seiten vorgesehen (ohne Front-Matter, ohne überflüssige Leerräume zwischen den Kapiteln bzw. Abschnitten, auch die Seiten des Protokollbuchs werden nicht mitgezählt).
2. Bei PK24a oder jetzt M3 als fachübergreifendes Modul (10 SP) wird eine deutlich umfangreichere Ausarbeitung erwartet (je nach SP).
 - Hauptteil insges. 25-35 Seiten, einschließlich wissenschaftlichem Hintergrund (5-20 Seiten).
 - Zusätzliche Ausarbeitung von schul-tauglichem Unterrichtsmaterial nach individueller Verabredung.
 - Außerdem, soweit sinnvoll und erforderlich, weitere Anhänge (z.B. längere Rechnungen, eigene Messdaten und Auswertungen) aber auch Auszüge aus anderen Quellen (soweit nicht problemlos zugänglich).

3. Bezüglich Schriftgröße und Zeilenabstand orientieren Sie sich bitte am Format dieser Anleitung (wurde mit `LATEX \documentclass[12pt,ngerman]{article}` erstellt).

2.2 Anforderungen

1. Erklären Sie zu Beginn der Arbeit nach Muster, dass Sie die Arbeit selbstständig verfasst haben: <http://staff.mbi-berlin.de/hertel/ProMINT/MPSch/general/EidesstattlicheErklaerung.pdf>
2. Die Arbeit muss für eine(n) allgemein interessierte(n) und entsprechend ausgebildete(n) MINT-Lehrer/in mit Gewinn zu lesen sein, auch wenn sie/er dem Thema der Arbeit (bisher) eher fern stand.
3. Die Arbeit muss klar, übersichtlich und gut lesbar
 - das Thema umreißen,
 - den wissenschaftlichen Hintergrund (ggf. die Ergebnisse der Praktikumsarbeit) präsentieren,
 - die Relevanz des Themas für den Schulunterricht erörtern und grundsätzliche Überlegungen zur didaktischen Reduktion anstellen,
 - damit erreichbare Lernziele ggf. im Kontext der in Berlin geltenden Lehrpläne benennen und einordnen – im speziellen Fall der Ausarbeitung zur DPG-Studie, ist entsprechend auf diese zu verweisen,
 - skizzieren, wie Sie diese Inhalte grundsätzlich im Unterricht vermitteln wollen,
 - und dies evtl. an einem besonders plausiblen Beispielen ausführen,
 - schließlich alles knapp zusammenfassen,
 - alle benutzten Quellen präzise dokumentieren,
 - und ggf. für den Unterricht erarbeitete oder gesammelte Materialien als Anhänge zusammenstellen.
4. Zur Ausarbeitung für das Forschungspraktikum gehören u.a. auch

- eine kurze Darstellung des Instituts, Nennung der Abteilung, der Betreuer und des Zeitraums, in dem das Praktikum absolviert wurde,
 - im Praktikum angewendete experimentelle bzw. theoretische Methoden,
 - ggf. eine Skizze der Ergebnisse und ihre Bewertung (soweit nicht vertraulich),
 - Bewertung der persönlichen Gesamterfahrung,
 - als Anhang (eingescannt) das Protokollbuch/Praktikumstagebuch
 - das vom Betreuer ausgestellte Zeugnis.
5. Die Arbeit sollte Ihnen wie auch Dritten später eine schnelle Einarbeitung in das Thema für den Schulunterricht erlauben. Dazu gehört auch
- eine gute Materialsammlung, bzw.
 - kommentierte, präzise Verweise auf entsprechenden Unterrichtsmaterialien.
6. Es muss deutlich erkenntbar sein, welche dieser Materialien Sie selbst erarbeitet haben, und welche aus anderen Quellen übernommen wurden.

3 Darstellung und Gliederung

3.1 Allgemeine Hinweise

1. Beginnen Sie mit der Erstellung eines klaren Konzeptes für das, was Sie mitteilen wollen. Das kann in der Regel nur ein Bruchteil dessen sein, was Sie für sich selbst an Materialien erarbeitet haben.
2. Entwerfen Sie sodann eine übersichtliche Gliederung mit aussagekräftigen und zugleich kurzen Kapitel- und Abschnittsüberschriften. Also z.B. *Photoelektronenspektren von XYZ* und nicht *Messung und Auswertung der Photoelektronenspektren von XYZ bei BESSY II*.

3. Jedes Kapitel (ggf. jeder größere Abschnitt) sollte mit einer kurzen (bzw. ganz kurzen) Wegweisung beginnen: Was soll im Folgenden vermittelt werden, auf welche Quellen (sauber zitieren) und Grundgedanken setzen Sie auf? Ebenso sollte am Ende größerer Zusammenhänge jeweils eine kurze Zwischen-Zusammenschau geboten werden. Es ist zweckmäßig, mit diesen Wegweisungen und Zusammenfassungen vor der Ausformulierung des eigentlichen Textes zu beginnen.
4. Textstellen, die zwar als Hintergrundwissen notwendig oder hilfreich sind, für das Verständnis des laufenden Textes aber nicht unbedingt erforderlich, sollten in den Anhang verschoben werden. Im Haupttext nur darauf verweisen!
5. Vermitteln Sie das Gefühl, dass es sich lohnt, die Arbeit zu lesen! Schreiben Sie flüssig, wenn möglich spannend – Sie schreiben ja über *Moderne Physik*. Lassen Sie Ihre potentiellen Leser und Leserinnen erkennen, dass sie gerade dieses Thema immer schon kennen lernen wollten!
6. Zeigen Sie, wie die Dinge miteinander verknüpft sind, und wie Sie wichtige Forschungsergebnisse für Ihre Schüler verstehbar machen – bzw. mit Ihrem privilegierten Leser teilen wollen. Aber bitte: so kompakt wie möglich!

3.2 Muster für eine Gliederung

Verbindliche Regeln für eine solche Gliederung gibt es nicht. Ein mögliches Schema ist im Folgenden skizziert.

Titel

Es beginnt mit dem Titel der Arbeit. Er soll kurz und informativ sein. Ein klarer Titel zeugt von einem klaren Kopf. Dabei soll das wissenschaftliche Thema präsentiert werden, nicht der Name des Instituts, in dem Sie tätig waren.

Kapitel 1: Einleitung

Die Einleitung soll kurz und knackig sein (nicht mehr als ein oder höchstens zwei Seiten). Sie umreißt, worum es eigentlich geht, an wen Sie sich wenden,

und was Sie erreichen wollen – das ist auch für Sie selbst enorm wichtig. Angesprochen wird das wissenschaftliche Themenfeld und seine Bedeutung, ggf. offenen Probleme und Fragen (*Moderne Physik!*), ggf. die Praktikums-situation. Auch auf die Relevanz des Themas für den Schulunterricht sollte hingewiesen werden. Schließlich wird die Gliederung der Arbeit erläutert.

Kapitel 2: Wissenschaftlicher Sachstand

Hier werden die experimentellen und theoretischen Grundlagen des bearbeiteten Themas so aufgearbeitet, dass sich ein/e Nicht-Fachfrau/mann rasch in die Thematik einarbeiten kann.

Dazu müssen Sie sich wesentlich tiefer einarbeiten, als wie Sie es schlussendlich präsentieren können. Besorgen Sie sich rechtzeitig (während des Praktikums bzw. der Vorlesung) die notwendige Literatur. Diskutieren Sie mit Ihren Betreuern oder Kommilitonen. Prüfen Sie sich selbst kritisch: was verstehe ich, wo habe ich Probleme, was ist entbehrlich?

Nach Sammlung und Aufarbeiten des Materials, beginnt die eigentliche Arbeit: Verdichten und Schreiben! Was müssen Ihre Leser/innen wissen, um zu verstehen, was ich getan habe. Setzen Sie Prioritäten für das, was Sie kommunizieren wollen: notwendig, wichtig oder nur gut zu wissen.

Der Schritt vom eigenen Verständnis zur Präsentation für den Leser oder die ZuhörerIn ist ein entscheidendes Element Ihres späteren Berufs. Welche physikalischen Zusammenhänge, Gesetze, Mechanismen bestimmen die beobachteten Ergebnisse? Wie weit ist das benutzte Gerät oder das Modellierungsprogramm nur eine „black box“, was ist die Physik dahinter?

Soweit sinnvoll, sollte auch die wirtschaftliche oder gesellschaftliche Bedeutung des Themas erwähnt, und ggf. mit Zahlen hinterlegt werden.

Eingangs (und soweit erforderlich auch für jeden Abschnitt) sind die Quellen anzugeben, an denen Sie sich orientiert haben (s. auch Sect. 4.4).

Kapitel 3: Erfahrungen im Praktikum

Sofern die Arbeit auf einem Praktikum beruht, sollte hier darauf eingegangen werden: Wie war der typische Arbeitsablauf, was ist Ihnen aufgefallen, was haben Sie gelernt, was nehmen Sie daraus für die Schule, fürs Leben mit ... ?

Schreiben Sie Ihre Arbeit aber nicht als *Entwicklungsroman*, der alle Umwege oder Missgeschicke bei der Vorbereitung oder ggf. im Praktikums verzeichnet! Ziehen Sie Bilanz, und konzentrieren Sie sich auf die vermutlich

auch Ihre Leser/innen interessierenden Aspekte. Details sollten im Praktikumstagebuch verzeichnet sein, das Sie getrennt oder als Anhang abgeben.

Kapitel 4: Unterrichtskonzept

Hier folgen nun die Überlegungen zur didaktischen Rekonstruktion. In welcher Jahrgangsstufe wollen Sie welchen Ausschnitt des Themas behandeln? Wie passt es in die Lehrpläne, auf welche Vorkenntnisse können/müssen sie aufbauen? Welche materielle Ausstattung brauchen Sie? Mit welchen Unterrichtskonzepten wollen Sie welche Inhalte vermitteln? Welche Eigenarbeit sollen die Schüler erbringen? LERSCH (2010) Aber erklären Sie bitte nicht, was ein Gruppen-Puzzle ist und dergleichen. Das wird als bekannt vorausgesetzt.

Kapitel 5: Beispiel für eine Unterrichtseinheit

Im Rahmen der Ausarbeitung ist es auch möglich, ein konkretes Beispiel mit den nötigen Materialien (ggf. im Anhang) etwas auszuarbeiten (im Vortrag fehlt dafür die Zeit):

- wie stellen Sie sich den Unterricht vor, wo setzen Sie Akzente (exemplarisches Lernen)?
- **Fachliche Inhalte** und ggf. dabei **vermittelbare Kompetenzen**. Wie vermittelt man Kompetenzen? (Siehe z.B. LERSCH, 2010)
- Ggf. **Überlegungen zu Schülervorstellungen**, aber bleiben Sie konkret am Thema, **keine** verschwommenen **Allgemeinplätze!**
- Eine gute Materialsammlung ist ganz wesentlich.
- Es genügt nicht, die Schüler kommentarlos aufs Internet zu verweisen. Vielleicht erstellen Sie ein eigenes Webquest?

Kapitel 6: Schlussbemerkungen und Ausblick

Nicht mehr als 2 bis 3 Seiten. Vielleicht einige Kernthesen, z.B. zum Potenzial dieses Themas für den Schulunterricht. Wieweit eignet sich das Thema für eine interdisziplinäre Veranstaltung mit Nachbarfächern etc.

Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis muss alle von Ihnen benutzten Quellen enthalten, und zwar so, dass man das von Ihnen benutzte Material ohne weiteres Suchen findet. Jede Quelle, auf welche der Text aufbaut, muss im Haupttext konkret durch einen Verweis auf das Literaturverzeichnis gekennzeichnet werden (s. auch Sect. 4.4).

Man kann natürlich zusätzlich eine Liste „Außerdem nützlich zu lesen“ beifügen, was meist aber nicht wirklich hilft.

Anhänge

- Aufwendige Rechnungen, umfangreiches Datenmaterial, Programmstrukturen oder selbst entwickelte (besonders pfiffige) Computercodes, etc.
- Die im Unterricht zu verwendende Materialien, Broschüren etc. jeweils mit Quellenangabe unter Verweis aufs Literaturverzeichnis
- Wenn ein Praktikum absolviert wurde: Praktikumstagebuch, Zeugnis.

Stellen Sie jeweils eine eigene Anhangsüberschrift voran, die im Inhaltsverzeichnis erscheint. Ggf. empfiehlt sich eine kurze Erläuterung zur Bedeutung jeder Anlage.

4 Formatierung, Formalia und Stil

4.1 L^AT_EX und andere Editoren

Für wissenschaftliche Texte mit vielen Abbildungen und Formeln sei nachdrücklich L^AT_EX empfohlen. Wenn Sie damit bislang keine Erfahrung gesammelt haben, dann ist dies jetzt die Gelegenheit dafür. Es ist **sehr bedauerlich**, dass nicht alle Studierenden im Lehramt Physik die Chance nutzen, \LaTeX zu lernen. Auch im Leben eines Lehrers ist das ein sehr nützliches Werkzeug. Wissenschaftliche Arbeiten, die in \LaTeX geschrieben sind, sehen fast automatisch professionell aus.

Mit Word ist das alles kaum zu erreichen. L^AT_EX ist einfach *das* Textverarbeitungssystem für Physiker, Mathematiker und noch ein paar andere Berufe. **Auch angehende MINT-Lehrer in diesen Fächern können L^AT_EX jederzeit rasch erlernen.**

L^AT_EX ist ein sehr mächtiges Textverarbeitungssystem, an dessen Weiterentwicklung weltweit eine große wissenschaftliche Community arbeitet. L^AT_EX ist in verschiedenen Varianten *kostenfrei im WWW erhältlich* (z.B. <http://www.MiKTeX.org>) und läuft unter Windows, Linux und Mac.

Es gibt heute exzellente Oberflächen, die Ihnen das Arbeiten mit undurchsichtigem Quellcode (weitgehend) ersparen. Erwähnt sei die „Beinahe-WYSIWYG-Schnittstelle“ **LyX** (<http://www.lyx.org>) als Free Software/Open Source License, oder noch komfortabler (aber leider nicht ganz billig) **Scientific Word** oder **Scientific Workplace** (<http://www.mackichan.com/>).

L^AT_EX ist nicht nur optimal für den Umgang mit jeglicher Form von mathematischen Gleichungen, es übernimmt auch praktisch alle Formatierungsaufgaben für Sie, ohne dass Sie viel nachzudenken brauchen. Bei jeder Iteration wird alles wieder korrekt modifiziert: Kapitel-, Abschnitts- und Gleichungsnummerierung, Querverweise, Fußnoten, Literaturverzeichnis und Zitate etc. Natürlich müssen Sie den Prozess einmal selbst in die Wege leiten. Alles weitere Formatieren geschieht dann aber fast von selbst.

Zwar braucht man zu Anfang etwas Zeit für die Einarbeitung. Diese zahlt sich aber im weiteren Studium oder Berufsleben auf jeden Fall aus, wenn Sie häufig physikalische oder mathematische Texte verfassen müssen, ggf. auch in eleganten Präsentationen darstellen wollen.

Natürlich kann man eine solche Arbeit auch mit Word schreiben, wenn man sich das antun will. Es ist aber bei einem komplexeren Dokument wirklich nicht optimal. Schon allein das ansprechende Layout und die klare Struktur eines L^AT_EX Dokuments sind damit praktisch nicht zu erreichen.

4.2 Formalia

- Das Inhaltsverzeichnis sollte alle wichtigen Aspekte des Gesamtdokuments *einschließlich der Anhänge* auf einen Blick erkennen lassen. Nach Möglichkeit sollte es mit dem Text zu verlinkt sein, was in L^AT_EX das *Package* `\hyperref` leicht realisiert.
- Am klarsten ist eine durchgehende „juristische“ Nummerierung (1, 1.1, 1.1.1 – möglichst nicht tiefer) – in den meisten L^AT_EX „Klassen“ so implementiert.
- Absätze sollen deutlich machen, wo ein größerer Gedanken- oder Ergebniszusammenhang anfängt und wo er aufhört. Lassen Sie Absätze

also nicht zu lang werden (mind. 2 bis 3 pro Seite).

- Ansprechendes Schriftbild, übersichtliche Layouts, einheitlich und klar gestaltete graphische Darstellungen, Kopfleisten mit Kapitel- bzw. Abschnittsbezeichnungen und Textmarkierungen tragen viel zur guten Lesbarkeit der Arbeit bei.
- Gehen Sie sparsam mit Schriftarten (Fonts), Typen (Bold, Italic ...) und Schriftgrößen (Sizes) um! Das Gesamtbild wird sonst sehr leicht unruhig.
- \LaTeX hält viele nützliche Werkzeuge bereit, die Ihnen dabei helfen. Neben dem schon erwähnten *Package* `hyperref` für die durchgehende Verlinkung von Quellen und Querreferenzen im Text, sei z.B. `url` für eine sauberen Darstellung von URL's im Internet erwähnt. Extrem hilfreich ist Erstellung des Literaturverzeichnisses mit Hilfe von BibTeX, wie in Sect. 4.4 besprochen.
- Benutzen Sie dagegen *Fußnoten* nur sparsam. In aller Regel sollen sie *nicht für Literaturverweise* eingesetzt werden.
- Bemühen Sie sich um einen einfachen, wenig verschachtelten Satzbau. Kurze Sätze sind meist viel aussagekräftiger als lange!
- Sprachliche Geschliffenheit hilft, Präzision der Formulierung ist unverzichtbar, und Laborjargon sollte vermieden werden (benutzen Sie z.B. *Test* anstatt *Testung*, *Impuls* und nicht *Puls* etc.)! Vermeiden Sie das immer häufiger werdende Neudeutsch-Englisch (*Gainprofil* oder *Switchen* etc.).

4.3 Literatur- und Quellenverwaltung

Schon vor Beginn – ganz sicher aber während einer anspruchsvollen, fortgeschrittenen Vorlesung, oder während eines Forschungspraktikums, sollten Sie sich über die erwarteten bzw. aktuell bearbeiteten Inhalte anhand der einschlägigen Literatur informieren. Dazu gehören Lehrbücher, spezielle Monographien, aber auch Originalartikel. Natürlich kann man auch das eine oder andere aus dem Internet lernen. Aber Sie sollten sich darüber im Klaren sein, **dass Google und Wikipedia auf keinen Fall ein sorgfältiges Literaturstudium ersetzen kann!**

Wenn Sie während Ihres Studiums noch nicht damit begonnen haben, so ist dies jetzt allerhöchste Zeit, dass Sie damit beginnen, Ihre **Literatur- und sonstigen Quellen sauber zu dokumentieren**. Dies erleichtert Ihnen ganz erheblich das spätere, dauerhafte Wiederauffinden von Information – ist aber auch eine unverzichtbare Voraussetzung für die schriftliche Ausarbeitung. Es gibt hierfür hervorragende Hilfsmittel. Ein sehr empfehlenswertes Programm ist EndNote – allerdings nicht ganz billig. Ein kostenfreies Programm ist ?. Es erlaubt Ihnen, auf übersichtliche Weise Ihre Literatur und Ihre sonstigen Quellen zu verwalten, und Bibliographien z.B. für L^AT_EX(d.h. als BibTeX Dateien) zu erstellen.

Wenn Sie einmal damit angefangen haben, werden Sie das nicht mehr missen wollen! Und gar nicht verstehen, wie Sie ohne eine solche Sammlung überhaupt durchs Studium kommen konnten.

4.4 Ganz wichtig: richtiges Zitieren

Damit sind Sie dann bestens für das richtige Zitieren der Quellen gerüstet. Wie schon erwähnt, sind alle Quellenangaben am Ende des Hauptteils der Arbeit (vor den Anhängen) aufzulisten. Im Text sind diese an den jeweils relevanten Stellen zu zitieren.

Saubereres Zitieren von Quellen gehört zu den *Grundregeln guter wissenschaftlicher Praxis*. Unvollständige oder fehlende Quellenangaben gelten als Betrugsversuch und können zur Ablehnung der Arbeit, und ggf. zu weiteren Konsequenzen führen. Einige Fälle von spektakulärem Fehlverhalten haben ja in der Öffentlichkeit in den letzten Jahren große Beachtung gefunden. Daher sind hier einige Hinweise angesagt.

Wörtliche Zitate sind kenntlich zu machen (z.B. durch Anführungs- und Schlusszeichen). Hier, wie auch bei Abbildungen, Tabellen und anderem, nicht selbst verfasstem Material ist die *Quelle mit genauer Angabe der Fundstelle* anzugeben. Zitate müssen möglichst konkret und spezifisch sein, ggf. auf die Nummern von Kapiteln, Abschnitten, Gleichungen, Abbildungen einer Quelle verweisen. Es reicht nicht aus, dass man die Quelle irgendwo finden kann, wenn man alle Einträge Ihres Literaturverzeichnisses durchgeht und diese jeweils von A-Z durchblättert. (Beispiele für korrektes Zitieren sind z.B. in Fig. 1 auf Seite 19, Table 1 auf Seite 20 gegeben).

Dies gilt sinngemäß auch für die Anhänge: spezifizieren Sie genau die Quelle des jeweiligen Materials. Auf die Fundstelle muss konkret an Ort und Stelle verwiesen werden, etwa im Vorspann zu jedem Anhang. Dort sollten

Sie z.B. spezifizieren: *Nachfolgende Tabellen sind aus ? entnommen* oder: *(nach BMWI, 2011, dort findet man auch weitere Quellen).*

Bei einer Seminararbeit hat man es natürlich überwiegend mit der Reproduktion von bekanntem Wissen zu tun (aber auch in wissenschaftlichen Publikationen muss meist auf gesichertes Wissen verwiesen werden). Versuchen Sie, dabei Ihre eigenen Worte zu benutzen, und erliegen Sie nicht der Versuchung, einfach zu kopieren: Nicht gekennzeichnete, durch *Copy-Paste aus dem Internet* erstellte Texte sind schlicht *nicht akzeptabel!* Das findet man auch leicht heraus.

Auch wenn Sie längere Gedankengänge oder gar ganze Abschnitte anhand weniger, einschlägiger Lehrbücher oder anderer Quellen aufbereiten, sollten Sie versuchen, die zu kommunizierenden Sachverhalte mit eigenen Worten zu formulieren. Nennen Sie auf jeden Fall zu Anfang eines Kapitels, eines Abschnitts oder einer längeren Textpassage genau, an welchen Quellen Sie sich für die nachfolgende Darstellung orientiert haben – auch hier wieder spezifisch, ggf. mit einem erklärenden Satz: *(Hier folgt eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Grundlagen der Nichtlinearen Optik nach DIELS und RUDOLPH (2006), Kapitel 2 ... - Oder: Bei der folgenden Darstellung orientiere ich mich an der sehr klaren Monographie von BORN und WOLF (1999), Kap. 11).*

Bei einzelnen Absätzen kann man ggf. noch spezifischer sein: *Wie SH-CHATSININ et al. (2009) schon zeigen konnten (s. dort FIG. 2), ...* Kürzere Texte können Sie natürlich auch wörtlich zitieren, dann aber auf jeden Fall in Anführungszeichen, ebenfalls mit genauer Quellenangabe.

\LaTeX hilft Ihnen ganz entscheidend beim Zitieren. Es gibt dafür viele Optionen und BibTeX Styles für Ihre, z.B. von ? oder *EndNote* generierte Bibliography.¹ Das am Ende dieser Anleitung zusammengestellte Literaturverzeichnis gibt einige Beispiele, wie solche bibliographischen Angaben aussehen sollten. Hier eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Regeln für das Literaturverzeichnis:

1. Im Literaturverzeichnis beginnen die bibliographischen Einträge in der Regel mit den Autorennamen (alle Autoren werden genannt, und zwar mit Initialien oder Vornamen, aber grundsätzlich ohne Titel). Es folgen Jahreszahl (bei Sammelwerken auch Editoren), Publisher, Ort, Seiten

¹**Word** – wenn Sie es entgegen gutem Rat wirklich benutzen wollen – kann ebenfalls effizienten Gebrauch von ? oder *EndNote* machen.

(bei Büchern Gesamtseitenzahl) etc. Sofern eine URL hilfreich ist, sollte diese korrekt verlinkt werden.

2. Grundsätzlich sollte auch Material auf und von Webseiten korrekt zitiert werden. Meist gibt es auch einen oder mehrere Autorennamen, einen Titel und in der Regel ein Erstellungsdatum sowie einen Publisher. Also wird z.B. zitiert: KRÜGER (2007), S. 201, oder ?. Wikipedia wird z.B. so zitiert: WIKIPEDIA CONTRIBUTORS (2012)
3. **Alle Quellen** werden im Text mit Bezug auf das Literaturverzeichnis zitiert. **Am informativsten ist die explizite Nennung der Autoren** (bibstyle z.B. `apalike` oder `abbrvnat.bst` mit `\usepackage{natbib}` in der Präambel). Im Literaturverzeichnis werden dann alle Einträge alphabetisch nach Autoren sortiert. Im Text steht z.B. SHCHATSININ et al. (2009) oder auch (s. z.B. SHCHATSININ *et al.*, 2009, Fig.3) – je nach Kommando im L^AT_EX-Code:
`\cite{SRS09}` bzw. `\citep[s. z.B.]{Fig.3}{SRS09}`.
4. Weniger hilfreich, aber akzeptabel ist die alphanumerische Zitierweise mit `alpha.bst`.
5. Auf rein numerische Zitierweise (`plain.bst`) sollte man bei einer solchen Seminararbeit möglichst nicht zurückgreifen (sehr wenig leserfreundlich).
6. Bei Bildern aus Websites achte man darauf, dass diese nicht ihrerseits aus dritten Quellen stammen. Man sollte in solche Fällen nach Alternativen suchen.

4.5 Einheiten, Symbole, Gleichungen etc.

1. Benutzen Sie konsistente Einheiten, in der Regel internationale Standardeinheiten (SI, 2013). In manchem Kontext sind auch atomare Einheiten akzeptabel, vorzugsweise dann, wenn die Einheiten a_0, E_0, t_0 auch tatsächlich explizit in die Formeln eingefügt sind – so bleibt eine Probe auf Konsistenz durch Vergleich der Einheiten möglich!
2. *Einheiten an Achsen von Grafiken oder in Tabellenköpfen* werden nach international geltender ISO Norm charakterisiert (siehe z.B. GÖBEL *et al.*, 2007, S. 31 ff)

z.B. Intensität / W cm^{-2} oder $\hbar\omega / \text{eV}$.

In der angelsächsischen Literatur findet man statt dessen häufig: Intensität [W cm^{-2}] bzw. $\hbar\omega$ [eV] etc. – Das ist nicht nur ziemlich unlogisch, es ist auch nicht normgerecht.

3. Benutzen Sie für den Begriff *willkürliche Einheiten* die Abkürzung *willk. Einh.* oder engl. *arb. un.* und **nicht** *a.u.*. Letzteres steht nämlich allgemein für *atomare Einheiten*. Die Masseneinheit „unified atomic mass unit“ wird als u angegeben (und nicht als a.u.): $1\text{u} = 1.660\,54 \times 10^{-27}\text{ kg} = 1/12$ der Masse des Atomkerns von Kohlenstoffisotop ^{12}C . Dagegen ist die Masseneinheit in „a.u.“ gerade die Masse des Elektrons m_e .
4. Einige (wenige) Standards sollten beim Schreiben physikalischer und mathematischer Ausdrücke beachtet werden. Sie sorgen für Übersichtlichkeit. Insbes. sollen Variable und Parameter kursiv, Zahlen normal aufrecht geschrieben werden. Aufrecht sind auch mathematische Funktionen (\ln , \sin , \exp , e) und Einheiten (eV, kHz, etc.) zu setzen. Am geeignetsten für mathematische Ausdrücke ist die Schrifttype "Times New Roman".
5. Bei der ersten Erwähnung sind die benutzten Größen zu definieren, ggf. mit Einheiten. Achten Sie auf Einheitlichkeit der verwendeten Symbole und Begriffe und vermeiden Sie Doppelungen bzw. Mehrdeutigkeiten im gesamten Text der Arbeit!
6. *Gleichungen*, auf die später noch einmal verwiesen werden soll, sind als eigene Zeile zu setzen und *sequentiell durchnummerieren* (arabische Zahl, in runder Klammer rechts am Rand), s. Beispiel
7. Bei der Entwicklung von mathematischen Zusammenhängen sollte *zu Beginn eines Rechengangs ein kurzer Hinweis auf das Ziel* der folgenden Rechengänge gegeben werden. Jeder Rechenschritt ist kurz zu erläutern! Wichtige, aber umfangreiche Rechnungen, deren Details nicht zum Verständnis beitragen, kann man ggf. in einen Anhang präsentieren.

4.6 „Captions“ für Tabellen und Abbildungen

- Tabellen und Abbildungen sind zu *nummerieren* (L^AT_EX bietet dafür die entsprechenden Werkzeuge). Jede Tabelle und jede Abbildung muss eine klare und deskriptive Unter- bzw. Überschrift (*Caption*) haben. Diese sollte selbst erläuternd sein, um auch dem ganz flüchtigen Leser einen raschen Überblick zu ermöglichen, etwa so wie in Fig. 1 auf Seite 19 oder Table 1 auf Seite 20.
- Umgekehrt *muss auf jede gezeigte Abbildung im Text explizite hingewiesen werden* (unter Angabe der jeweiligen Nummer) .. und zwar bei der erstmaligen Erwähnung nicht einfach durch eine Nennung in Klammern, sondern als Satz oder Satzteil!
- Bei eigenen theoretischen oder experimentellen Ergebnissen in Tabellen und graphischen Darstellungen muss aus der Über- bzw. Unterschrift, aus der Legende bzw. aus Fußnoten leicht erkennbar sein, mit welchem Methoden die Daten gewonnen und wie sie ausgewertet wurden. Ggf. ist auf einen entsprechenden, vorangehenden Abschnitt hinzuweisen.
- Auf jeden Fall müssen Fremdresultate deutlich als solche gekennzeichnet werden (also z.B. *Kreuze: Messungen dieser Arbeit mit dem in Kap. 4 geschilderten XYZ Verfahren, Rechtecke: nach (1) umgerechnete Werte aus SHCHATSININ et al. (2009), FIG. 3, volle Linien: theoretisches Modell nach BORN und WOLF (1999), Kap. 5*). Bei kurz darauf nachfolgenden, ähnlichen Abbildungen oder Tabellen genügt i.A. der Hinweis *im übrigen wie in Abb. 3, Tab. 4 etc.*

4.7 Abbildungen

Ein Feld, wo viel und intensiv gesündigt wird!

1. Überlegen Sie sich bei jeder Darstellung, was sie bewirken, bzw. zum Ausdruck bringen soll.
2. Achten Sie auf eine *vernünftige Größe der Abbildungen und der Beschriftung*, die es dem Leser erlaubt *ohne Lupe* die Zusammenhänge, einzelne Datenpunkte und vor allem die Skalen zu erkennen
3. Bei Kopien aus der Literatur muss man ggf. mit einem Graphikprogramm selbst nacharbeiten!

4. Theoretische Ergebnisse sollten nach Möglichkeit durch Linien, experimentelle Daten durch Symbole dargestellt werden. Vermeiden Sie aber zu dünne Linien und Symbole.
5. In aller Regel gehören *Fehlerabschätzungen* zu einer seriösen Dokumentation der Ergebnisse. Achten Sie darauf, dass Ihre Symbole in Grafiken nicht größer sind als es der Messgenauigkeit entspricht. Auch Rechnungen sind fast immer fehlerbehaftet, z.B. weil für die Numerik Näherungen benutzt werden.
6. Benutzen Sie *einheitliche Schemata für Symbole, Fonts und Schriftgrößen* für Ihr ganzes Dokument.
7. Versuchen Sie, **funktionale Zusammenhänge** in Formeln oder Grafiken oder ein auffälliges, charakteristisches Verhalten von Messkurven mit qualitativen physikalischen Verständnis zu interpretieren (neben dem bloßen Verweis auf eine umfangreiche Rechnung u.ä.).
8. Bei der Darstellung von Experimenten sollte man sich auf übersichtliche, **schematische Skizzen** beschränken.

Literatur

- BMWI: 2011. ‘Energiedaten - ausgewählte Grafiken’, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiestatistiken-grafiken,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>, letzter Zugriff: 11.2.2014.
- BORN, M. und E. WOLF: 1999. *Principles of Optics*. Cambridge University Press, 7 Aufl., 952 Seiten.
- DIELS, J.-C. und W. RUDOLPH: 2006. *Ultrashort Laser Pulse Phenomena*. Optics and Photonics. Burlington, San Diego, London: Academic Press, 2 Aufl., 680 Seiten.
- GÖBEL, E., I. M. MILLS und A. J. WALLARD: 2007. ‘Das internationale einheitensystem’. *PTB Journal*, **117**, 148–180, Braunschweig: Physikalisch Technische Bundesanstalt. http://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb_mitteilungen/mitt2007/Heft2/PTB-Mitteilungen_2007_Heft_2.pdf, letzter Zugriff: 30.08.2015.
- HERTEL, I. V.: 2015. ‘Hinweise zur Anfertigung von Dissertationen und Masterarbeiten’, Berlin-Adlershof: IVH @ Max-Born-Institut. <http://staff.mbi-berlin.de/hertel/hinweise/hinweise-Diss-Master.pdf>.
- HERTEL, I. V. und C. P. SCHULZ: 2008. *Atome, Moleküle und optische Physik 1; Atomphysik und Grundlagen der Spektroskopie*. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1 Aufl., 511 Seiten.
- HERTEL, I. V. und C. P. SCHULZ: 2010. *Atome, Moleküle und optische Physik 2; Moleküle und Photonen - Spektroskopie und Streuphysik*, Bd. 2 von *Springer-Lehrbuch*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1 Aufl., 639 Seiten.
- KRÜGER, A.: 2007. *Neue Kohlenstoffmaterialien - Eine Einführung*. Teubner Studienbücher Chemie. Berlin, Heidelberg: Springer.
- LERSCH, R.: 2010. ‘Wie unterrichtet man Kompetenzen?’, Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium, Institut für Qualitätsentwicklung. http://lsa.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HKM_15/IQ_Internet/med/182/18260a31-466d-7b21-f012-f31e2389e481,22222222-2222-2222-2222-222222222222, letzter Zugriff: 11.2.2014.

SHCHATSININ, I., H.-H. RITZE, C. P. SCHULZ und I. V. HERTEL: 2009. ‘Multiphoton excitation and ionization by elliptically polarized, intense short laser pulses: Recognizing multielectron dynamics and doorway states in C_{60} vs Xe’. *Physical Review A*, **79**, 053414.

SI: 2013. ‘Kleines L^AT_EX Package zum Einbinden mit `\usepackage{SI}`’. *Beschreibung dazu: SI-PACKAGE-BESCHREIBUNG (2013)*, **2013**, Berlin: ProMINT Kolleg, HU-Berlin. http://www.promint.hu-berlin.de/mint-lehre/praktikum/materialien/si.sty/at_download/file.

SI-PACKAGE-BESCHREIBUNG: 2013. ‘Beschreibung des kleinen L^AT_EX Packages SI.sty’. Berlin: ProMINT Kolleg, HU-Berlin. <http://www.promint.hu-berlin.de/mint-lehre/praktikum/materialien/SI-Description.pdf>.

WIKIPEDIA CONTRIBUTORS: 2012. ‘Air mass (solar energy)’, Wikipedia, The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Air_mass_%28solar_energy%29#Cases, letzter Zugriff: 11.2.2014.

Anhang A: Beispiele

Eine Abbildung

Mit Formatierung, Nummerierung, „Caption“ und Quellenangabe. Man beachte die Angabe der Einheiten an Abszisse und Ordinate!

Eine Gleichung

Man beachte die Begriffsdefinitionen, Einheiten, Nummerierung.

Das LAMBERT-BEER’sche Gesetz:

$$I = I_0 e^{-\mu d} = I_0 \times 10^{-0.434\mu d} \quad (1)$$

Hier ist I_0 die Intensität vor Eintritt in das absorbierende Medium und I die Intensität nach Durchgang durch das Medium, beide gemessen in $[I] = \text{W m}^{-2}$. Bei bekannter *Schichtdicke* d ($[d] = \text{cm}^{-1}$) kann der *Absorptionskoeffizient* μ ($[\mu] = \text{cm}^{-1}$) aus den Intensitäten nach (1) bestimmt werden:

$$\mu = \frac{1}{d} \ln \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

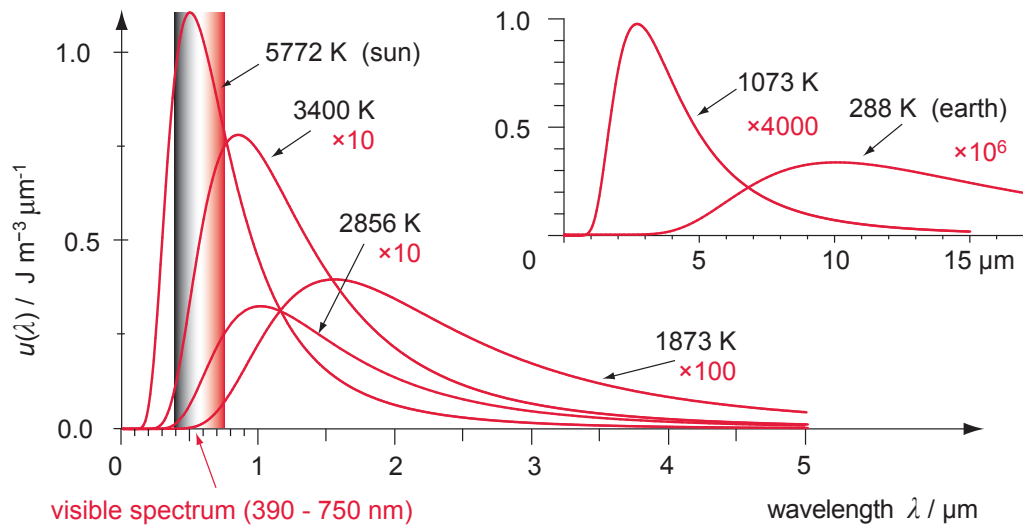


Abb. 1: Planck'sche Strahlungsverteilung bei verschiedenen Temperaturen: 5777 K etwa die Oberflächentemperatur unserer Sonne, 3400 K sogenannte Studiolampe (Halogenlampe mit wenigen Stunden Lebensdauer), 2700 K Standard Halogenlampe, 1873 K Hochofen am Abstich, 1073 K dunkle Rotglut (Herdplatte, Grillfeuer), 293 K Erdoberfläche (nach HERTEL und SCHULZ, 2008, Abb.1.10, leicht modifiziert)

Eine Tabelle

Man beachte die Angabe der Einheiten im Tabellenkopf!

Tabelle 1: Potenzialparameter für einige zweiatomige Moleküle: Reduzierte Masse μ , Gleichgewichtsabstand R_0 , Dissoziationsenergie D_0^0 , Energie des Schwingungsgrundzustands $\hbar\omega_0$ und Dipolmoment $D_{\gamma v}$ (aus HERTEL und SCHULZ, 2010, Tabelle 11.2.)

Molekül	μ/u	$R_0/(0.1 \text{ nm})$	D_0^0/eV	$\hbar\omega_0/\text{eV}$	$D_{\gamma v}/10^{-30} \text{ C m}$
H_2^+	0.504	1.052	2.651	0.2714	
H_2	0.504	0.7414	4.478	0.5156	
D_2	1.0071	0.7415	4.556	0.37095	
$^7\text{Li}^1\text{H}$	0.8812	1.5957	2.4287	0.16853	19.6256
$^1\text{H}^{35}\text{Cl}$	0.9796	1.2746	4.433	0.3577	3.6979
N_2	7.0015	1.09768	9.759	0.28888	
$^{14}\text{N}^{16}\text{O}$	7.466	1.15077	6.497	0.23260	0.52943
O_2	7.997	1.20752	5.115	0.19295	
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}$	6.8562	1.12832	11.09	0.26573	0.3662