

**Leitfaden für
Studenten der Meteorologie(*wie schreibt man eine Diplom-, Bache-
lor-, Masterarbeit*)
und ihre
Betreuer (*worauf hinweisen und wobei helfen*)**

Diplomarbeit

Institut für Physik der Atmosphäre
Fachbereich Physik, Mathematik und Informatik
Johannes Gutenberg–Universität Mainz
12.02.2008

Ruprecht Jaenicke
Mainz, Februar 2003

Vorwort*

Die Diplom-, Bachelor-, Masterarbeit ist Teil der universitären Ausbildung, Teil der akademischen Abschlüsse in Deutschland und daher Aufgabe für Studenten und Verpflichtung für Betreuer. In dieser Schrift wird das Wort Diplomarbeit ersatzweise für alle diese wissenschaftlichen Arbeiten verwendet.

Die „Ordnung für die Diplomprüfung in Meteorologie an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (vom 2. August 1990)“ sagt zur Diplomarbeit (§20):

- 1) Anfertigung der Diplomarbeit ist zugleich Bestandteil der wissenschaftlichen Ausbildung. Die Diplomarbeit soll zeigen, daß der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus seinem Fach selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und darzustellen. – Zu dem Problem der Frist wird weiter unten eingegangen.

Dieser Leitfaden ist eine Hilfe bei der Darstellung der Diplomarbeit, also der schriftlichen Abfassung. Die Ordnung fordert dafür:

- 8) Bei der Abgabe der Diplomarbeit hat der Kandidat schriftlich zu versichern, daß er seine Arbeit – bei einer Gruppenarbeit seinen entsprechend gekennzeichneten Anteil der Arbeit – selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat.

Grundsätzlich gibt es also keine Vorschrift für die Darstellung von Diplomarbeiten, doch eine wissenschaftliche Abhandlung umfaßt mehr als eine solche Versicherung.

Eine Diplomarbeit muß so abgefaßt werden, daß ein Leser, wie bei einem „Kochrezept“, alle Schritte nachvollziehen und –prüfen kann (siehe abzugebende Versicherung). Der Verfasser sollte stets sorgfältig überlegen, für welchen Leserkreis die Abhandlung verfaßt wird: Für die Gutachter und andere wissenschaftliche Leser. Es empfiehlt sich, es dem Leser zu erleichtern dem Stoff und der Darstellung zu folgen. Grundsätzlich ist an einer Universität natürlich alles möglich (!), wenn es richtig und eindeutig gekennzeichnet ist. Schließlich ist die Universität kein DIN-Verein. Aber die Beachtung bestimmter Regeln, Erfahrungen (und Traditionen) erleichtert Lesen und Verstehen ungemein. Hin und wieder muß allerdings die Tradition durchbrochen werden, denn schließlich sollte es ja Wissenszuwachs geben. Auch im Internet (Zapf, 2002) findet man dazu Hilfen.

Formal sollte eine wissenschaftliche Darstellung das Folgende enthalten:

* Ein Vorwort ist eigentlich nicht erforderlich. Im Fall dieses Leitfadens gehört das darin Gesagte nicht zur Einleitung und den anderen Überschriften

Deckblatt: Titel der Arbeit, Institution(en) an der die Arbeit angefertigt und die Prüfung abgelegt worden ist, Verfasser, Ort und Jahr

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Stand des Wissens	5
3	Arbeitsmethoden, Geräte- und Verfahrensentwicklung	5
3.1	Wissenschaftliche Durchführung	5
3.2	Formalismen und Strukturen	5
4	Eigene Ergebnisse, Darstellung und Diskussion	6
5	Erweiterte Diskussion	7
6	Ausblick und Schluß	7
7	Literaturverzeichnis	7
	Anhang	8
	Versicherung	8

1 Einleitung

Die Einleitung führt zum Thema hin, aus der allgemeinen Situation heraus: Warum ist dieses Thema wichtig und interessant? Was waren die Gründe für die Auswahl des Themas? Hier kann man auch auf sich bietende Gelegenheiten eingehen. So hatte einer meiner Studenten einen Motorsegler zur Verfügung und das Thema wurde für diese Möglichkeit gewählt.

Auch wenn der Verfasser diese Frage im seltensten Fall selbst entwickelt hat, sollte er sich aber darüber Gedanken machen. In der Einleitung muß die Sprache allgemeinverständlich sein.

2 Stand des Wissens

Hier muß dargestellt werden, was in der Literatur (sowohl die beurteilte und in Zeitschriften (internet) veröffentlichte, als auch die „graue“ – also Arbeitsberichte, Forschungsberichte, etc –) zum Thema erarbeitet worden ist. Diese Aufstellung muß auch auf die Defizite des Wissens hinweisen, was häufig Grund für eine Diplomarbeit ist. Verschweigen und Auslassen ist in diesem Sinn keine Information. Als Resultat muß gesagt werden werden, warum diese Diplomarbeit angefertigt wird.

3 Arbeitsmethoden, Geräte- und Verfahrensentwicklung

Jede Darstellung enthält zwei Aspekte, nämlich die wissenschaftliche Durchführung und die Darstellung mit ihren mehr formalen Anteilen.

3.1 Wissenschaftliche Durchführung

Hier können nur einige Stichpunkte gegeben werden. Wie überhaupt dieser Leitfaden nur sensibilisieren soll.

- Wie ist man vorgegangen, um die wissenschaftliche Frage zu beantworten? Das umfaßt also die Darstellung der benutzten Methoden und mögliche Messungen.
- Wie wurden Daten beschafft?
- Welche numerischen Algorithmen wurden entwickelt und verwendet?
- Bei gekauften Geräten und numerischen Programmen ist eine kritische Diskussion (Fehler, Beschränkungen) zwingend erforderlich: Nicht alle Geräte (Algorithmen) leisten, was Hersteller (Entwickler) versprechen und was der Betreuer erwartet.
- Blindtests (Empfindlichkeitstest) gehören zum Handwerkszeug. Das Ergebnis muß nicht zwingend dem Betreuer gefallen, sich aber beweisen lassen.

3.2 Formalismen und Strukturen

Formalismen machen das Lesen und Denken leichter. Mit Strukturen erhält man einen Überblick. Empfehlungen für die gesamte Arbeit sind:

- Graphische Koordinaten dezimal teilen. Die Abbildungen sollten nicht überladen sein und andererseits nicht übermäßig leere Achsenanteile enthalten. Eine Abbildung (auch eine kopierte) muß in allen Teilen gut lesbar sein. Berücksichtigen Sie, daß das Bildformat (.jpg) zu Unleserlichkeit führen kann. Eine ausführliche und vollständige Unterschrift (am



Abbildung 1: So sieht anschaulich eine Diplomarbeit aus. Beachten Sie, wie schlecht man die Farbe Gelb erkennen kann.

besten wäre es, man könnte die Arbeit bereits aus den Bildunterschriften allein verstehen) gehört unter jede Abbildung. In der Unterschrift müssen alle Elemente erklärt werden. Ist eine Abbildung übernommen (kopiert) und werden davon einige Anteile nicht behandelt, so ist das zu bemerken. Typischerweise wird eine Abbildung auch im Text angesprochen.

- Besonders bei Abbildungen ist auf Lesbarkeit und sind die Sehgewohnheiten zu beachten, Achsen sind eindeutig zu beschriften, Pseudo-3D-Abbildungen helfen zumeist nicht der Verständlichkeit.
- Farben verwendet man sparsam und nur, wenn als weitere Parameterunterscheidung zwingend erforderlich (Bei Gelb muß man aufpassen. Auf dem Bildschirm, aber nicht immer bei einer PowerPoint-Präsentation, leuchtet es durchaus. Aber, drucken Sie es einmal aus. Es unterscheidet sich kaum vom weißen Untergrund des Ausdrucks, Abbildung 1). Großflächiges Schwarz sieht zumeist „schmutzig“ aus. Schriftstellungen (z.B. unterstrichen, *kursiv*, **fett**) werden zur Hervorhebung eingesetzt. Hervorhebungen machen Sinn und sind nicht nur Dekoration und Auflockerung
- Verweise sollten großzügig und häufig eingefügt werden, besonders wenn an einer Stelle ein Thema noch nicht behandeln werden kann, der Leser aber danach fragen würde.
- Abkürzungen müssen beim ersten Einsatz definiert werden. Viele Abkürzungen (vgl. S.; Bsp.; od.; Bd.; u.) im Fließtext kann man heute in Zeiten der Textverarbeitung vermeiden. Solche Abkürzungen stammen noch von Gutenberg und aus der Schreibmaschinenzeit, als man Blocksatz erzeugen oder Schreibarbeit reduzieren wollte.
- Physikalische und mathematische Variable müssen beim ersten Einsatz erklärt und definiert werden. Bleiben Sie eindeutig und benennen Sie Variable nicht stets neu. Verwirren Sie den Leser nicht mit der gemischten Verwendung von Variablen (so etwa Durchmesser und Radius). Benutzen Sie SI-Einheiten (Bureau International des Poids et Mesures, 2003). Die Verwendung von Einheiten in eckigen Klammern ist zwar häufig tradiert, doch recht problematisch und von keiner Nomenklaturvorschrift gedeckt. Variable werden in der Literatur nicht immer einheitlich benannt, definiert und verwendet. Hier haben Tradition und Mißverständnis Hochkonjunktur. Also stets überprüfen und zeigen, was man verwendet hat.
- In physikalischen Gleichungen wird typischerweise *kursiv* für Variable verwendet, Operatoren und Einheiten dagegen sind gerade gestellt (Formeleditoren „wissen“ nicht immer, was Sie als Operatoren und Variable verwenden). Aber, man kann natürlich auf eine kursive Darstellung verzichten, dann aber überall.

In der Literatur und im Internet gibt es viele gute Hinweise (Physikalisches Praktikum für Anfänger (Hauptfach), 2003). Die Versuchung heutiger Möglichkeiten der Textverarbeitung ist besonders groß.

Auch die Frist zur Abgabe der Arbeit ist ein Formalismus, der allerdings beachtet werden muß. Ausnahmen von dieser Frist bestehen, wenn bestimmte Gründe vorliegen. Dann kann, auf Antrag, Fristverlängerung gewährt werden. Zu den Gründen gehören nicht solche, die beim Betreuer und seiner Versuchsplanung liegen. Zu den Gründen gehören aber auch nicht solche, die beim Kandidaten liegen, wie etwa: Ich bin nicht fertig geworden; Der Drucker hat gestreikt; Die Festplatte ist defekt; Ich mußte Urlaub nehmen; etc. Die Diplomarbeit erfordert eben eine Planung beim Betreuer und beim Kandidaten.

4 Eigene Ergebnisse, Darstellung und Diskussion

Dieser Abschnitt enthält Text, Tabellen und Abbildungen.

Die Sorgfalt, mit der Sie Ihre Arbeit schriftlich abfassen, läßt für einen Leser (es könnte der Zweitgutachter sein) den Schluß zu, wie sorgfältig Sie gearbeitet haben. Ein solcher Leser hat, im Gegensatz zum Betreuer, nur wenige Möglichkeiten, das zu beurteilen.

Sprechen Sie wissenschaftliche Auslassungen und Mißgeschicke an: Bestimmte Messungen sind verunglückt (das Wetter spielte nicht mit) und konnten im Feld nicht wiederholt werden. Das Geld reichte nicht, die Ausstattung war begrenzt. Aber, man sollte vermeiden, es wie Perlman (1981) zu machen. Bedenken Sie aber immer, was Sie vermitteln wollen – Gefühle, Verschleierung oder Information.

5 Erweiterte Diskussion

Hier werden die eigenen Ergebnisse mit dem internationalen (nationalen) Stand des Wissens und der Diskussion verglichen. Der Umfang dieses Punktes variiert, denn wenn völlig Neues versucht wurde, fällt naturgemäß der Vergleich mager aus. Dieser Punkt kann also durchaus wegfallen, wie auch alle anderen Punkte hier nur als Vorschläge zu verstehen sind.

6 Ausblick und Schluß

Im Ausblick ergeben sich nun Konsequenzen aus der eigenen Arbeit. Hier können auch Mängel und Verbesserungsvorschläge aufgeführt werden.

Vom spezifischen Beitrag der Diplomarbeit muß wieder zur Allgemeinheit geführt werden und so kann sich auch die Sprache vom Speziellen zum Allgemeinen verändern.

7 Literaturverzeichnis

Bureau International des Poids et Mesures (2003): http://www.bipm.fr/enus/3_SI/si.html (12. Februar 2003)

Perlman, G. (1981): Any Eye for an Eye for an Arm and a Leg: Applied Dysfunctional Measurement. *Journal of Irreproducible Results* 27, 29-30

Physikalisches Praktikum für Anfänger (Hauptfach) (2003): *Teil 2 Physikalische Größen und Einheiten*. www.ieap.uni-kiel.de/surface/ag-berndt/lehre/aprakt2/einheiten.pdf (12. Februar 2003)

Zapf, H. L. (2002): *Hinweise zum Aufbau und zur Gestaltung eines technischen Berichts*. www.lme.fh-muenchen.de/lst/TIPS.pdf (12. Februar 2003)

Es sind alle, aber nur die tatsächlich benutzten Zitate aufzuführen. Eine solche Liste muß die Arbeiten z.B. in einer Bibliothek (im internet) wiederfinden (nachprüfen) lassen. Bei Internetquellen ist zur eigenen Sicherheit die Angabe des Datums zwingend, da solche Stellen sehr flüchtig sein können. Wenn Informationen (z.B. aus einer Betriebsanleitung) nur auf CD-ROM vorliegen, muß die relevante Seite als Kopie der Arbeit beigegeben werden.

Es gibt keine besonderen Vorschriften, doch Literatur sollte einheitlich behandelt werden, etwa so, wie in einer guten Zeitschrift. Auch die Verwendung im Text sollte einheitlich sein; man kann sich an guten Vorgängerarbeiten orientieren. Auch hier hat die Nutzung kursiv und gerade gestellter Schrift immer eine Bedeutung. So wird häufig der Titel einer Monographie und einer Zeitschrift kursiv gestellt.

Anhang

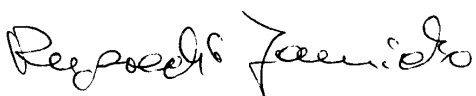
Der Anhang umfaßt Themen, die erwähnenswert sind (im Sinn der oben beschriebenen Nachvollziehbarkeit), doch den Fluß der Gedanken und Argumentationen unterbrochen hätten. Ein solches Thema etwa ist der verwendete Algorithmus oder die Fehlerrechnung, besonders wenn sie über die Standardbehandlung der Fehlerfortpflanzung hinaus geht.

Weitere Punkte sind zu beachten:

- Eine Diplomarbeit ist kein Tagebuch. Auch wenn die Arbeiten nicht immer geradlinig und folgerichtig verlaufen, sollte die Darstellung versuchen, Ordnung zu schaffen.
- Eine Diplomarbeit ist kein Roman oder ein sonstiger erbaulicher Erguß. Die Sprache muß wissenschaftlich angemessen, klar, deutlich und eindeutig sein. Das ist besonders bei der Umstellung von alter auf neue deutsche Rechtschreibung zu beachten. Die neue Rechtschreibung hat nicht nur die Schreibweise von Worten verändert, sie zwingt zu neuer Satzstellung und erfordert eine veränderte Wortwahl, will man Mehrdeutigkeiten vermeiden (auch die alte Rechtschreibung erzwang besondere Satzstellungen und Worte zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten). Vermeiden Sie modische Formulierungen: Orientieren Sie sich über die Verwendung von Apostroph und Bindestrich. Wissensvermittlung hat Priorität vor großen Gefühlen. Laborjargon (DEnglisch) sollte man vermeiden, aber nicht zuungunsten eindeutiger Beschreibung. Es ist völlig überflüssig, Begriffe nur deshalb zu variieren, um interessant und lebendig zu erscheinen (Ein Deutschlehrer fordert das immer: Ein Deutschlehrer hat oft auch keine naturwissenschaftliche Diplomarbeit geschrieben). Verwenden Sie kurze Sätze. Trennalgorithmen der Textverarbeitung sind nicht immer verläßlich, prüfen Sie dies. Strukturieren Sie den Text durch sinnvolle Absätze. Lassen Sie Ihre Arbeit von einer ernsthaften Person lesen. Dabei scheidet sich Freund von Feind.
- Eine Diplomarbeit muß nicht wissenschaftliches Neuland betreten. Es ist schön, wenn das der Fall ist, aber mehr auch nicht.
- Eine Diplomarbeit muß nicht „schön“ sein. Der Einsatz von Farbe muß durch Informationsgehalt und nicht „Schönheit“ gerechtfertigt sein. Schwarz/Weiß hilft farbenblinden Lesern.
- Eine Diplomarbeit darf vom Umfang her (100 Seiten als Richtwert) und Thema (hier ist der Betreuer gefordert) nicht ausufern.
- Um sich über Grundsätzliches zum Abfassen einer Diplomarbeit zu informieren, suchen Sie im internet nach „DIN 1313“ – Physikalische Größen und Einheiten oder „DIN 1338“ – Formelschreibweise und Formelsatz. Oder versuchen Sie einen Einstieg bei „www.stud.uni-bayreuth.de/~a2930/wiss/word_wiss_arbeit.doc“ (4. Februar 2003).
- Diese Anleitung unterliegt ständigen Korrekturen, die Rücksicht nehmen auf sich ändernde Verhaltens- und Verständnisweisen. Auch geht da die Erfahrung der Betreuer ein im Umgang mit den Kandidaten. Daher ist es empfehlenswert, gelegentlich einmal die neuere Version zu prüfen.

Versicherung

Ich versichere, daß ich diese Arbeit selbständig und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.



(Ruprecht Jaenicke)