

Leitfaden zur Gestaltung von Protokollen, Bachelor- und Masterarbeiten

Dozenten der Geophysik und Meteorologie

Institut für Geophysik und Meteorologie
Universität zu Köln

Fassung vom
27. Januar, 2012

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Äußeres Erscheinungsbild	4
2.1. Satzspiegel	4
2.2. Abschnitte und Unterabschnitte.....	4
2.3. Abbildungen und Tabellen	4
2.4. Zitieren.....	6
2.5. Diverses.....	6
3. Inhaltlicher Aufbau	7
3.1. Titelseite	7
3.2. Inhaltsverzeichnis	7
3.3. Abstract.....	7
3.4. Einleitung	7
3.5. Hauptteil	8
3.6. Zusammenfassung und Ausblick.....	9
3.7. Literaturverzeichnis	9
3.8. Anhänge.....	9
3.9. Danksagung.....	10

1. Zusammenfassung

Eine wissenschaftliche Bachelor- oder Masterarbeit stellt in der Regel¹ neue, selbst gewonnene Erkenntnisse dar. Sie soll darstellen warum es wichtig ist, diese Erkenntnisse zu gewinnen, warum sie neu sind und wie sie gewonnen wurden.

Der vorliegende Text erläutert die wichtigsten Gestaltungsmerkmale, die wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen des Studiums der Geophysik und Meteorologie aufweisen sollen. Betrachten Sie diesen Beitrag als Leitlinie – nicht alle Gestaltungsmerkmale müssen 1:1 übernommen werden, dazu sind die verschiedenen Themenbereiche zu komplex. Sprechen Sie im Zweifelsfall immer mit Ihrem Betreuer. Merkmale, die im Folgenden erläutert werden umfassen im Kapitel 2 das äußere Erscheinungsbild wie den Satzspiegel, das Einbinden von Abbildungen und Tabellen sowie das korrekte Zitieren. In Kapitel 3 wird gezeigt, wie die einzelnen Teile Ihrer Arbeit (Abstract, Einleitung, Hauptteil, Zusammenfassung und Ausblick, Literaturverzeichnis, Anhang und Danksagung) korrekt verfasst werden können. Auch wenn Sie ein Praktikumsprotokoll erstellen, sollten Sie sich an den Abschnitten 2.1.-2.3., 2.5., 3.1.-3.2. und 3.8. orientieren.

¹ Ausnahme wäre z.B. eine Bachelorarbeit, die als Literaturstudie verfasst wird

2. Äußeres Erscheinungsbild

Alle schriftlichen Arbeiten müssen mit Hilfe eines Textverarbeitungsprogramms auf einem Computer erstellt werden. Wichtig hierbei ist der konsistente Einsatz von formalen Regeln. Genauso wie eine Arbeit inhaltlich widerspruchsfrei sein sollte, sollte sie auch in formaler Hinsicht einheitlich gestaltet sein. Hat man sich also einmal für eine bestimmte Gestaltungsregel entschieden, so ist diese Regel in der ganzen Arbeit durchgängig beizubehalten.

In diesem Kapitel werden wir uns zunächst mit Fragen zum äußeren Erscheinungsbild des Manuskripts beschäftigen. Abschnitt 2.1 behandelt die Aufteilung einer Seite (Satzspiegel), Abschnitt 2.2 die Gliederung in Abschnitte und Unterabschnitte, Abschnitt 2.3 die korrekte Einbindung von Abbildungen und Tabellen sowie Abschnitt 2.4 das Zitieren.

2.1. Satzspiegel

Achten Sie darauf Textart, Textgröße und Zeilenabstand so zu wählen, dass der Text gut lesbar ist. Seitenränder von 2,5 bis 3 cm reichen aus. Sie können einen ähnlichen Satzspiegel wie in diesem Dokument verwenden. Eine Kopfzeile mit einer kurzen Kennzeichnung der Arbeit oben auf jeder Seite ist nützlich, aber nicht zwingend notwendig. Die Seitenzahl kann auf jeder Seite entweder oben rechts in der Kopfzeile platziert werden oder wie hier unten rechts. Eine Ausnahme bildet das Titelblatt, das keine Kopfzeile und auch keine Seitenzahl trägt. Die Seitenzählung beginnt dennoch mit dem Titelblatt. Die Schrift in der Kopfzeile sollte etwas kleiner als die im Text sein.

2.2. Abschnitte und Unterabschnitte

Die folgenden Beispiele sollen erläutern, wie Überschriften einer Untergliederung des Textes aussehen können, welche Abstände Sie benutzen können und wie Sie die Schriftgröße anpassen können.

1 Einführung (16 Pkt fett)

Hier beginnt der zugehörige Absatz in normaler Schriftgröße (12 Pkt). Auf eine Überschrift folgt nie unmittelbar eine weitere Überschrift niedrigeren Grades, sondern immer ein Absatz mit Text, wobei ein Absatz immer aus mehreren Sätzen besteht.

1.1 Der Stand der Forschung (14 Pkt fett)

Hier beginnt der zugehörige Absatz in normaler Schriftgröße (12 Pkt). Im laufenden Text wird nichts unterstrichen und nichts fett geschrieben. Hervorhebungen erfolgen nur durch *kursiv setzen*.

1.1.1 Die Forschung an der Universität zu Köln (12 Pkt fett)

Hier beginnt der zugehörige Absatz in normaler Schriftgröße (12 Pkt). Moderne Textverarbeitungsprogramme bieten in aller Regel Hilfen für die Silbentrennung an. Machen Sie unbedingt davon Gebrauch. Vor allem dann, wenn Sie Ihren Text im Blocksatz formatiert haben, können sonst stark unterschiedliche und teilweise sehr große Wortzwischenräume entstehen.

2.3. Abbildungen und Tabellen

Tabellen und Abbildungen ermöglichen die übersichtliche Darstellung von komplexen Inhalten. Deshalb sollten Sie davon Gebrauch machen, vorausgesetzt, die Tabellen oder

Abbildungen sind wirklich informationshaltig. Sie sollten außerdem möglichst ohne den zugehörigen Text verständlich sein. *Achtung*: Ausnahmslos alle Abbildungen und Tabellen müssen im Haupttext (mit Verweis) diskutiert werden.

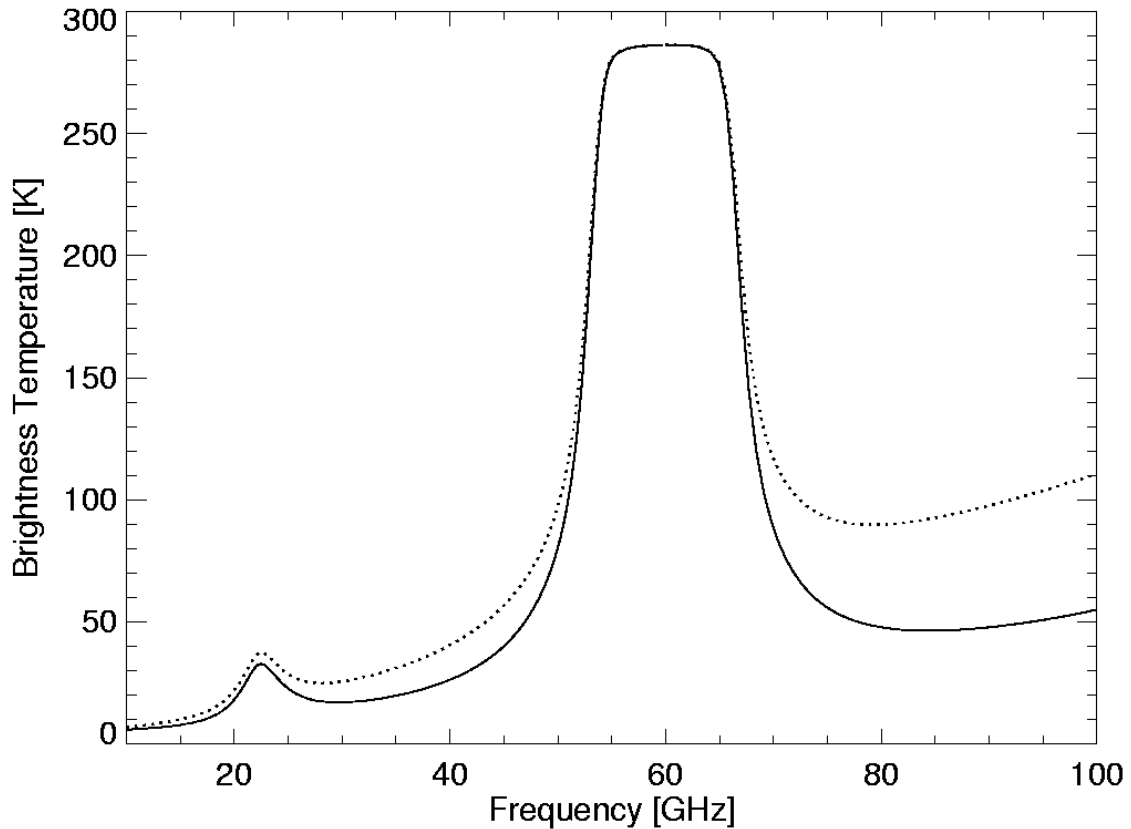


Abbildung 1: Helligkeitstemperatur (*englisch: brightness temperature*) als Funktion der Frequenz im Mikrowellenbereich. Durchgezogene Linie: wolkenfreier Fall, gepunktete Linie: zusätzlich eine Wolke mit 250 gm^{-2} Gesamtflüssigwasser.

Achten Sie besonders darauf, dass *Abbildungen* *Unterschriften* und *Tabellen* *Überschriften* haben sollten. Gestalten Sie diese einheitlich. Die Schriftgröße kann etwas kleiner als die des laufenden Textes sein, auf keinen Fall größer.

Als Beispiel für die Gestaltung einer Abbildung sei auf Abbildung 1 verwiesen. Beachten Sie, dass in den Unterschriften alle Kurven knapp erklärt werden, allerdings keine Interpretation erfolgt. Dazu müssen alle Achsen in Abbildungen beschriftet und mit Einheiten versehen sein. Anhand von Tabelle 1 wird klar, wie eine Tabellengestaltung aussehen könnte.

Tabelle 1: Genauigkeiten des SRS400 Radiosondensensors.

Parameter	Sensor-Typ	Genauigkeit
Temperatur	Thermoelement (Kupfer/Konstantan)	+/- 0,2 K
Druck	Hypsometer	+/- 2 hPa
Feuchte	Kohlenstoff-Hygristor bis April 2009	+/- 10 bis 20%
	Kapazitatives Polymer ab Mai 2009	+/- 5 bis 10%

2.4. Zitieren

Grundsätzlich müssen die Quellen für alle Daten, Behauptungen und Argumentationen in einer Arbeit angegeben werden. Alles was nicht selbst erforscht, selbst überlegt oder selbst gemessen wurde, muss zitiert werden solange es sich nicht um allgemeine Kenntnis, d.h. Lehrbuchwissen handelt (z.B. $F=m \cdot a$). Wörtliche Zitate sollte man in naturwissenschaftlichen Publikationen möglichst vermeiden. In der Regel wird nur der Gedanken einer Arbeit aufgegriffen oder Ergebnisse und/oder Daten einer anderen Arbeit verwendet, oder es werden die eigenen Ergebnisse mit denen anderer Arbeiten verglichen. Beim Zitieren ist wichtig: Nicht nur die Arbeit und die verwendete Methode nennen, sondern auch immer deren wesentliches Ergebnis.

Man sollte die zitierten Arbeiten gelesen und die Aussagen, die man übernimmt, geprüft haben. Vermeiden Sie Sekundärzitate. Wenn Sie eine Quelle angeben, müssen Sie die entsprechende Literaturangabe im Literaturverzeichnis aufnehmen. Ein Zitat könnte so aussehen: Weiterführende Literatur zum Thema Zitieren finden Sie bei Müller (1999). Ist die Veröffentlichung von zwei Autoren, zitieren Sie Müller und Schmidt (2001). Sind mehr als zwei Autoren an der Veröffentlichung beteiligt, zitieren Sie Müller et al. (2003). In einer Klammer, statt im laufenden Satz, zitieren Sie so (Müller et al., 2003).

Zitieren dürfen Sie Beiträge aus begutachteten Zeitschriften. Konferenzbeiträge können grundsätzlich auch benutzt werden, falls die Thematik nirgendwo anders veröffentlicht wurde. Die Verwendung von Internetseiten als Referenzen für wissenschaftliche Quellen sollte vermieden werden (v.a. Wikipedia u.Ä.). Ausnahmen stellen hier wissenschaftliche Veröffentlichungen dar, die generell nur im Internet erscheinen. Skripte oder pdf-Dateien, die nicht in einer wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht wurden, sollten ebenfalls nicht zitiert werden.

2.5. Diverses

- Die Länge einer Arbeit ist kein Qualitätskriterium (oft das Gegenteil). Orientieren Sie sich an der Prüfungsordnung, diese gibt Ihnen Hinweise zur passenden Seitenzahl.
- Jedes mathematische Symbol und jede Abkürzung sollen einmal im Text definiert werden. Ab diesem Punkt, können Sie dann das Symbol oder die Abkürzung fortlaufend nutzen, ohne es weiter erklären oder ausschreiben zu müssen. Im Fall von sehr vielen mathematischen Symbolen bzw. Abkürzungen, können Sie zur Übersicht ein Symbol- bzw. Akronymverzeichnis an Beginn (unmittelbar nach Inhaltsverzeichnis) oder Ende der Arbeit (als Anhang, vor Danksagung) einfügen.
- Falls Sie Beziehung zu schon behandelten Themen Ihrer Arbeit nehmen, bleiben Sie konkret: nicht *weiter oben, wie schon gezeigt*, etc. schreiben, sondern immer explizit angeben worauf man sich bezieht, z.B. *in Kapitel 6.3.1 wurde gezeigt* oder *in Formel (7.32) ...*
- Quantifizieren und konkretisieren Sie Ihre Ergebnisse. Der Leser, der sich das erste Mal die Ergebnisse ansieht, muss konsequent einen Eindruck von den Größenordnungen/ charakteristischen Skalen bekommen, von denen die Rede ist. Für Beispiele hierzu siehe Tabelle 2.
- Verwenden Sie durchgehend SI-Einheiten.
- Einheiten sollen nicht im Mathemodus/Mathefont dargestellt werden, d.h. „km“ schreiben und nicht „*km*“. Das gleiche gilt für chemische Formeln, d.h. „ H_2O “ und nicht „*H₂O*“ schreiben.

Tabelle 2: Beispiel unpräziser Formulierungen und Verbesserungsvorschläge

Unpräzise Formulierung	Verbesserungsvorschlag
Das Magnetfeld im Schweif ist deutlich erhöht.	Besser: Das Magnetfeld im Schweif ist um eine Größenordnung stärker als im umgebenden Plasma.
Es gibt geringe Abweichungen zwischen Simulationsergebnis und Messdaten.	Besser: Die Diskrepanz zwischen Simulationen und Messdaten liegt bei ca. 10%.
Das Magnetfeld zeigt einen kleinen Anstieg.	Anstieg quantifizieren!
Der Mars besitzt nur ein sehr schwaches intrinsisches Magnetfeld.	... im Vergleich zu welchen anderen Himmelskörpern?
Die Simulationsergebnisse zeigen relativ gute Übereinstimmung mit den Daten.	Relativ wozu? „Relativ“ in diesem Zusammenhang nicht verwenden

3. Inhaltlicher Aufbau

Die folgenden Unterabschnitte zeigen Ihnen, wie Sie den Inhalt Ihrer Arbeit gliedern sollten. Bei Master- und Bachelorarbeiten ist es wichtig frühzeitig eine Gliederung Ihrer Arbeit zu finden. Sprechen Sie diese rechtzeitig mit Ihren Betreuern ab.

3.1. Titelseite

Das Titelblatt der vorliegenden Arbeit kann als Beispiel dienen. Es muss deutlich werden, welchen Titel die Arbeit trägt sowie von wem und an welcher Institution sie erstellt wurde. Bei Protokollen ist weiterhin wichtig, in welchem Semester, im Rahmen welcher Lehrveranstaltung und bei welche(m/n) Dozenten die Arbeit durchgeführt wurde. Bei Bachelor- und Masterarbeiten ist die Form der Titelseite meist vorgegeben. Der Titel muss ohne weitere Erläuterungen für jede Person mit vergleichbarer Ausbildung verständlich sein und den Inhalt der Arbeit treffend wiedergeben.

3.2. Abstract

Die wichtigsten Themen und Ergebnisse der Arbeit müssen hier so knapp wie möglich zusammengefasst werden, so dass man sich schnell einen Überblick darüber verschaffen kann, was in der Arbeit beschrieben wird. Beschreiben Sie auch kurz Ihr Motiv, die Fragestellung und auch die Methodik, die zum Ergebnis der Arbeit geführt haben. Die Zusammenfassung sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Typischerweise sollte die Zusammenfassung $\frac{1}{2}$ bis 1 DIN A4 Seite umfassen.

3.3. Inhaltsverzeichnis

Ein Inhaltsverzeichnis ist für den Leser einer Arbeit sehr hilfreich. Alle Abschnitte der Arbeit (mit Ausnahme des Inhaltsverzeichnisses selber) müssen hier samt Abschnittsnummerierung und Seitenzahl aufgeführt werden. Auch der Abstract, der in der Regel vor dem Inhaltsverzeichnis kommt. Seite 2 des Leitfadens gibt ein Beispiel.

3.4. Einleitung

Die Einleitung (Kapitel 1) sollte die Thematik der Arbeit motivieren. Achten Sie hier besonders auf eine allgemein-verständliche Diskussion. Die Einleitung sollte aus den folgenden Abschnitten bestehen:

- Allgemeine Hinführung zu dem Thema: Sie sollten auch Nicht-Experten für die Thematik begeistern. Dieser Punkt kann auch durch eine prägnante Abbildung oder einen

Zeitungsartikel untermauert werden. Welches physikalische Phänomen wird in der Arbeit behandelt und was ist daran neu / faszinierend / interessant / spannend?

- Ziel der Arbeit: Was soll gemacht werden, welche physikalischen Effekte sollen studiert werden und was ist daran neu bzw. wichtig?
- Methode, um das Ziel aus zu erreichen: Welches Verfahren oder welches Modell wird angewendet und warum ist es geeignet? Was ist an dem hier verwendeten Verfahren neu?
- Gliederung der Arbeit: Der rote Faden der Arbeit wird aufgebaut. Zu jedem Abschnitt der Arbeit wird kurz (circa ein Satz) gesagt, worum es geht. Dabei ist besonders die Verknüpfung der Abschnitte zu beachten.

3.5. Hauptteil

Der Hauptteil stellt den Kern der Arbeit dar. Idealerweise sollte er 3-4 Kapitel umfassen. Aufgrund der Themenvielfalt in dem Bereich Geophysik / Meteorologie gibt es für diese Einteilung kein „Kochrezept“ – Sie sollten sich selber überlegen, wie Sie die wesentlichen Herangehensweisen, Messungen, Daten, Modellierungen, Auswertungen usw. exakt beschreiben können und dabei ein roter Faden klar erkennbar bleibt. Am Anfang von jedem Kapitel, Abschnitt, Unterabschnitt usw. wird kurz motiviert, was gemacht wird und warum. Am Ende wird Bilanz gezogen und auf den folgenden Abschnitt vorbereitet. Beachten Sie: *Quantifizieren* und *konkretisieren* Sie alle Aussagen! Achten Sie darauf, die Beiträge früherer Arbeiten von den eigenen Untersuchungen klar zu trennen. Wenn möglich, separieren Sie diese durch unterschiedliche Kapitel.

Im Folgenden sei nur beispielhaft gezeigt wie der Hauptteil aufgebaut sein könnte.

Kapitel 2: Stand der Forschung

- Detaillierte Beschreibung des untersuchten Objekts oder Phänomens
- Darstellung des aktuellen Stands der Forschung: Nennen und diskutieren Sie dabei alle relevanten Vorarbeiten, die relevant für Ihre Arbeit sind.
- Was soll meine eigene Leistung / mein eigener Beitrag sein?

Grundsätzlich kann dieses Kapitel auch in die Einleitung integriert werden.

Kapitel 3: Grundlagen & Methoden

- Theoretische Hintergründe mit Herleitung von relevanten Formeln (diese sind auch zu nummerieren). Hier nicht ausschweifen, die Arbeit soll kein Lehrbuch werden.
- Verwendete Lösungsansätze (z.B. verwendete oder selbst-entwickelte Modelle)
- Erläuterungen von verwendeten Messverfahren, benutzten Messinstrumenten
- Physikalische / statistische Auswerteverfahren
- Beschreibung der Datenbasis oder der analysierten Modelldaten

Kapitel 4: Ergebnisse

- Beschreibung der Ergebnisse, insbesondere durch Ihre Abbildungen
- Auswertung und physikalische Interpretation des Materials
- Einordnung in bisherige Forschungsergebnisse

- Kritische Auseinandersetzung mit offenen Fragen und auftretenden Problemen

3.6. Zusammenfassung und Ausblick

Präsentieren Sie die kondensierten Ergebnisse Ihrer Arbeit. Zusammenfassend sollen Sie erläutern, ob das Ziel der Arbeit erreicht wurde. Im Ausblick haben Sie die Möglichkeit Lösungsvorschläge für die Erarbeitung offen gebliebener Fragestellungen vorzuschlagen. Vielleicht haben sich auch ganz neue Fragestellungen ergeben, die aus Ihrer Sicht in Zukunft unbedingt bearbeitet werden sollten.

3.7. Literaturverzeichnis

Im Literaturverzeichnis tauchen alle im Text erwähnten Publikationen (und nur diese) auf. Die Hauptfunktion des Literaturverzeichnisses ist es, den Lesern die Überprüfung aller Angaben möglichst leicht zu machen. Deshalb muss ein Literaturverzeichnis vollständig sein und sollte nach den Standards erstellt werden, wie sie auch in einschlägigen Fachzeitschriften verwendet werden. Vorschlag: nutzen Sie das Format des [Journal of Geophysical Research](#).

Dey, S., L. Di Girolamo, and G. Zhao (2008), Scale effect on statistics of the macrophysical properties of trade wind cumuli over the tropical western Atlantic during RICO, *J. Geophys. Res.*, 113, D24214, doi:10.1029/2008JD010295.

Achten Sie auf eine alphabetische Reihenfolge und auf vollständige Angaben über

- Autor
- Titel der Arbeit bzw. des Buches
- Zeitschrift bzw. Herausgeber
- Ausgabe
- Seitenzahlen
- Erscheinungsjahr
- DOI (*Digital Object Identifier*) falls verfügbar

Ungenügende, unvollständige oder gar fehlende Literaturverzeichnisse sind ein gravierender Mangel. Wissenschaftlich arbeiten heißt in erster Linie, Argumente (allen voran die eigenen) kritisierbar zu machen. Wer seine Quellen nicht klar und eindeutig angibt, entzieht sich selbst der möglichen Kritik und arbeitet somit nicht wissenschaftlich. Deshalb kann es keine wissenschaftliche Arbeit ohne ein Literaturverzeichnis geben. Schwer zugängliche Literatur – z.B. ein Institutsbericht, eine Diplomarbeit oder eine Dissertation – ist so in das Literaturverzeichnis aufzunehmen, dass klar wird, wohin man sich wenden muss, um eine Kopie der Arbeit zu erhalten.

3.8. Anhänge

Bei experimentellen Arbeiten sind oftmals ein oder mehrere Anhänge nötig, in die Versuchsmaterialien, Rohdaten etc., aber auch längliche mathematische Herleitungen aufgenommen werden. Aufzunehmen sind wichtige Materialien, die benötigt werden, wenn man alle Behauptungen einer Arbeit überprüfen oder eine Wiederholung der Untersuchung durchführen will, sofern die entsprechenden Angaben nicht schon aus dem Text eindeutig hervorgehen.

Ebenso wie bei den Literaturangaben im Literaturverzeichnis gilt, dass nur solche Anhänge vorkommen dürfen, auf die im Text auch verwiesen wird. Kommen zwei oder mehr Anhänge

vor, werden diese als Anhang A, Anhang B usw. durchnummeriert. Jeder Anhang muss außerdem so erläutert werden, dass er verständlich ist. Pure Zahlenkolonnen ohne jede Beschreibung sind Papierverschwendung, denn sie bieten für Nichteingeweihte kaum eine Chance, die Bedeutung der Zahlen herauszufinden.

3.9. Danksagung

Wenn Sie eine Danksagung erstellen wollen, fertigen Sie rechtzeitig eine Liste der Personen an, denen Sie danken möchten.