

Verfassen von Dokumenten

Bei der schriftlichen Ausarbeitung von Doktorarbeiten, Diplom-, Studien-, Bachelor-, Masterarbeiten, Protokollen und ähnlichen Schriften sollen die im folgenden dargestellten Punkte helfen, das Schreiben zu erleichtern, Fehler zu vermeiden und sollten entsprechend beachtet werden.

Eine gut gestaltete Niederschrift erleichtert eine positive Bewertung der Arbeit.

Die folgenden Hinweise basieren auf einer Handreichung vom Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik (TVT) der RWTH Aachen, damals Prof. Pfennig, aus dem Jahr 2006.

Motivation

Die Arbeit ist getan, Probleme sind bewältigt, es muss „nur“ noch zusammengeschrieben werden. Das erscheint manchmal als mühsame Pflicht, die unwichtig ist und der daher nur zögernd nachgekommen wird. Aber: Die Zusammenschrift ist der „krönende“ Abschluss der Arbeit. In ihr erst manifestieren sich die Ergebnisse und Mühen. Besonders auch für den Leser, der auf diesen Ergebnissen und Mühen seine eigenen Arbeiten aufbauen möchte und muss. Erst in der Schriftform wird die Arbeit dauerhaft zugänglich. Die Arbeit sollte also sorgfältig verfasst werden. Im Mittelpunkt sollte nicht nur die Arbeit, sondern auch der Leser stehen. Daraus resultieren einige teilweise sicher selbstverständliche Hinweise, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben und in besonderen Fällen auch relativiert werden müssen.

Allgemeines

- Die Arbeit sollte sich wie ein Roman lesen (auch und gerade „abgehobene“ theoretische Arbeiten).
- Dazu sollte sie einen deutlichen roten Faden aufweisen, der konsequent verfolgt wird.
- Es hat sich bewährt, den roten Faden konsequent an den erreichten Meilensteinen zu orientieren, um so Knoten zu vermeiden.
- Was nicht zum roten Faden gehört und doch wichtig erscheint, kommt in den Anhang, der ruhig umfangreich sein darf.

Umfang

- In der schriftlichen Ausarbeitung werden die durchgeführten Untersuchungen umfassend dokumentiert.
- Die Arbeit sollte alle Informationen enthalten, die benötigt werden, um die Untersuchungen reproduzieren und ggf. falsifizieren zu können. Nur so ist sie wissenschaftlich.
- Studien- und Diplomarbeiten sollten Nachfolger zudem in die Lage versetzen, ohne wesentliche zusätzliche Informationen nahtlos auf der Arbeit aufzubauen. Wenn am Lehrstuhl erstmals mit neuen Verfahren (mathematischen Modellen, experimentellen Methoden, etc.) gearbeitet wird, sollten diese entsprechend detailliert dargestellt werden. In Folgearbeiten genügt eine verkürzte Darstellung, in der lediglich auf Modifikationen detailliert eingegangen wird.
- In Dissertationen sollte die breite Darstellung von Standardlehrbuchwissen vermieden werden. Lediglich wenn neue Zusammenhänge oder Aspekte herausgearbeitet werden, ist dies sinnvoll.

Struktur

- Gedankensprünge im Text sollten vermieden werden. Dabei ist besonders Rücksicht auf Leser zu nehmen, die keine Fachleute auf dem behandelten Gebiet sind.
- Entsprechend sollten größere Abschnitte jeweils gesondert kurz eingeleitet werden. In diesen einleitenden Sätzen sollte das Prinzipielle geklärt und angekündigt werden, so dass die folgenden Details vom Leser gleich in den größeren Rahmen eingefügt werden können. Dazu hat sich das klare Formulieren der im nächsten Abschnitt bearbeiteten Fragestellung bewährt.
- Es ist zweckmäßig, zunächst das Prinzipielle zu klären, bevor Details dargestellt und diskutiert werden.
- Genauso sollte zunächst der Verweis auf eine Abbildung oder Tabelle erfolgen, bevor sie diskutiert wird und nicht umgekehrt.
- Vorwärtsverweise sollten vermieden werden, sie sind ein Hinweis darauf, dass der rote Faden verknotet ist. Umstellen der Abschnitte versuchen.
- Jeder Satz sollte dort stehen, wo er logisch hingehört. D. h. der Leser sollte an seiner Stelle keinen anderen Satz erwarten und den jeweiligen Satz auch an keiner anderen Stelle erwarten können. Die Logik der Arbeit sollte sich also wie die Handlung in einem Roman konsequent aufbauen.
- Genauso sollten einzelne Kapitel nahtlos aufeinander aufbauen (abgesehen vom Anhang). D. h. Voraussetzungen und Konsequenzen jedes Abschnittes sollten klar dargestellt sein. Die Konsequenzen sind - wenn sinnvoll und nicht bereits anders geschehen - im letzten Absatz eines Unterkapitels zusammenzufassen.
- Den Arbeiten (insbesondere auch Dissertationen) kann ein Abstract in Englisch vorangestellt sein.
- Das letzte Kapitel des Anhanges ist das Literaturverzeichnis, so kann in diesem leicht nachgeschlagen werden.
- Eine gute Struktur wird schrittweise aufgebaut und verfeinert. Im ersten Schritt werden die Überschriften des Inhaltsverzeichnisses grob entworfen, ggf. mit wenigen Stichwörtern erläutert und mit dem Betreuer abgestimmt. Danach werden die Stichwörter ergänzt und Tabellen und Abbildungen skizzenhaft entworfen. Hier muss die Logik der Struktur überdacht werden, Umsortieren macht hier noch vergleichsweise wenig Mühe. Es folgt das Ausformulieren, wobei man nach der Einleitung beginnen kann. Die Einleitung wird dann geschrieben, wenn man sich eingeschrieben hat, zunächst muss nur ihr prinzipieller Inhalt bekannt sein. Ansonsten empfiehlt es sich, konsequent von vorne nach hinten zu schreiben, da so das mühsame Zusammenstückeln einzelner Fragmente zu einem konsistenten Ganzen entfällt.

Einleitung und Zusammenfassung

- Die Einleitung und die Zusammenfassung sollten besonders sorgfältig formuliert sein und sie sollten zusammen einen informativen ersten Einblick in die Motivation und die Resultate der Arbeit erlauben. Entsprechend klar und sorgfältig sollten diese Abschnitte formuliert sein.
- Ein Leser, der Einleitung und Zusammenfassung gelesen hat, sollte die groben Züge der Arbeit und ihre Ergebnisse kennen. Entsprechend klar und sorgfältig sollten diese Abschnitte formuliert sein.
- Die Einleitung führt zu dem bearbeiteten Thema hin, zeigt den größeren Rahmen für die Arbeit auf und setzt sie schon in einen ersten Bezug zu bestehendem Wissen (Literatur). Sie stellt also den „Stand der Technik“ dar und wirft die auf den folgenden Seiten untersuchte Frage auf.

- In den ersten Sätzen der Einleitung muss nicht dargelegt werden, dass das bearbeitete Thema von übergeordnet wichtiger Bedeutung ist. Entsprechend ist eine Einordnung mit den Begriffen „immer“, „oft“, „häufig“ oder ähnlichen überflüssig und wirkt oftmals grotesk.
- Der letzte Abschnitt der Einleitung gibt ggf. einen ersten (sehr kurzgefassten) Überblick über die prinzipielle Methodik des Vorgehens bei der Untersuchung dieser Frage, wenn dies nicht einem gesonderten Kapitel vorbehalten ist (Aufgabenstellung).
- Die Zusammenfassung knüpft an die Einleitung möglichst nahtlos an und fasst - wie der Name sagt - die wesentlichen Methoden und Ergebnisse der Arbeit zusammen. Und dies so, dass sie möglichst ohne ein Lesen der gesamten Arbeit verständlich sind.
- In der Zusammenfassung sollten keine Details dargestellt werden, aber doch wesentliche quantitative Aussagen gemacht werden.

Zum Inhalt

- Bei experimentellen Arbeiten wird besonderer Wert auf eine fundierte Fehlerabschätzung gelegt (Fehlerfortpflanzung). Wo möglich sollte bereits während der Messungen die Reproduzierbarkeit ermittelt und in der Arbeit dokumentiert werden.
- Zur Beschreibung einer Anlage gehören bei den Hauptkomponenten die Angabe der genauen Gerätebezeichnung, des Herstellers inkl. Ortsangabe („Die Analyse erfolgte mit einem UV/VIS-Spektrometer (Lambda 11, Perkin Eimer, Überlingen)“). Bei Messgeräten sind der Messbereich und die Messgenauigkeit (nicht Anzeigegenauigkeit) anzugeben.
- Eingesetzte Substanzen sind bzgl. Reinheit und Hersteller zu charakterisieren. Ggf. ist die Angabe von Dichte und Dampfdruck oder anderer physiko-chemischer Größen zur Charakterisierung komplexerer Substanzen nötig (z. B. molare Massen bei Polymeren).
- Wo möglich sollten Fakten in Relation zu Bekanntem gesetzt werden. Daher sollte Wert auf Vergleiche und Beziehungen gelegt werden, sowohl innerhalb der eigenen Arbeit als auch zur Literatur. Ziel ist es, mit Hilfe solcher abwägender und vergleichender Diskussionen ein möglichst quantitatives Verständnis zu entwickeln.
- Theorie sollte nur dort breitgetreten werden, wo sie essentiell ist und sich von Standardlehrbuchwissen abhebt. Standardlehrbuchwissen sollte aber auch dort kurz aufgeführt werden, wo es die Basis für weiterführende Theorien bildet. Insbesondere sollte abgewogen werden, ob ein eigenes Theoriekapitel wirklich nötig ist. Oft ist es sinnvoller, die jeweils nötige Theorie an den Stellen einzuflechten, an denen sie wirklich verwendet wird.
- Herleitungen sollten ggf. ausführlich im Anhang dargestellt werden.

Technische Details

- Nicht alles was das verwendete Textverarbeitungsprogramm kann, muss auch verwendet werden. Ziel sollte ein klares und möglichst einheitliches Schriftbild sein. Entsprechend sollte nur eine Schriftart in einer möglichst begrenzten Zahl von Schriftgrößen verwendet werden. Die Zeilenabstände sollten ebenfalls einheitlich sein (bei Word: „genau“). Fett, Unterstrichen und Kursiv (außer bei Formelzeichen) sollte i. d. R. vermieden werden.
- Bei der Rechtschreibung von Wörtern sollte man sich nach dem Duden „Rechtschreibung der deutschen Sprache und Fremdwörter“ richten.

- Die Interpunktion sollte zur Unterstützung des Lesers beim Erfassen der Sinnzusammenhänge sorgfältig erfolgen.
- Auf alle Tabellen und Abbildungen wird im Text unter Angabe der Tabellen- bzw. Abbildungsnummer verwiesen. Auf eine „folgende“ Abbildung oder Tabelle zu verweisen, ist nicht sinnvoll.
- Zu jeder Abbildung und Tabelle ist eine Unterschrift (Legende) zu verfassen, die ohne weiteres Studium des Textes der Arbeit zu verstehen ist und in der alle in der Abbildung oder Tabelle neu eingeführten Abkürzungen und Symbole erläutert werden.
- Tabellen und Abbildungen werden mit Unter- bzw. Überschrift im Text hinter dem Absatz eingefügt, in dem sie zitiert sind. Ist dort kein ausreichender Platz auf der Seite, rücken sie hinter den ersten Absatz auf der nächsten Seite. Lediglich Abbildungen und Tabellen, die eine vollständige Seite füllen, können so platziert werden, dass sie einen Absatz unterbrechen.
- Gleichungen sind Bestandteile eines Satzes und werden daher ggf. mit Satzzeichen versehen. So ist z.B. $x=y^2$, wobei hier x und y beliebige Variablen sind, eine entsprechende Beispielgleichung.
- Gleichungen sollten vorzugsweise als Größengleichungen geschrieben werden (das sind Zusammenhänge zwischen einheitenbehafteten Größen bei denen die Einheitenumrechnungen bei der Auswertung der Gleichung korrekt durchgeführt werden müssen) und nicht als Zahlengleichungen (das sind Zusammenhänge zwischen Zahlen, die für die Gleichung vorgegebene Einheiten haben müssen).
- Werden Formelzeichen in dem Text erstmals verwendet, sind sie zu erläutern. Die Nomenklatur sollte sich an gebräuchliche Konventionen anlehnen, z. B. die der IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Neben gebräuchlichen Variablen sind dort auch allgemeine Regeln festgelegt: Variablen werden *kursiv* gesetzt. Dabei ist i als Index ebenfalls eine Variable (Platzhalter): V_i . Feststehende Bezeichnungen werden nicht kursiv gesetzt. Indizes werden durch Kommata getrennt, also $X_{i,n-1}$. Werden Variablen nicht kursiv gesetzt, sollte das einheitlich erfolgen.
- Alle verwendeten Formelzeichen (mit Angabe der Dimensionen) und Indizes werden in einem gesonderten Verzeichnis am Ende der Arbeit erklärt, Ein Formelzeichen oder Symbol sollte jeweils nur eine Größe charakterisieren.
- Es sind die gesetzlich vorgeschriebenen Einheiten des Internationalen Systems (SI-Einheiten) zu benutzen.
- Abb., Tab. und Gl. können im Text abgekürzt werden (Plural: Abbn., Tabn., Gln.).
- Chemische Verbindungen sind im Text und in Tabellen mit ihren systematischen Namen zu bezeichnen. Diese finden sich in den Regeln der Internationalen Union für Reine und Angewandte Chemie (IUPAC), In Abbildungen oder Reaktionsgleichungen sind Elementsymbole und Strukturformeln zu verwenden.
- Abbildungen, Tabellen und Gleichungen werden zweckmäßigerweise innerhalb jedes Kapitels unter Voranstellung der Kapitelnummer durchnummeriert. Also z. B, Gl. 4.2-21.
- Die Kurven in Diagrammen sind deutlich unterscheidbar zu gestalten (Strichelung, Punktierung). Verschiedene Graustufen, die aus farbigen Darstellungen stammen, sind spätestens nach dem Kopieren nicht mehr zu unterscheiden. Auch Symbole zur Unterscheidung längs der Kurven führen zu nicht akzeptablen Ergebnissen. Die direkte Beschriftung der Kurven ist einer separaten Legende vorzuziehen, wenn dies platzmäßig realisierbar ist. Berechnete Kurven sollten glatt sein (ggf. splinen) und die berechneten Punkte nur in begründeten Fällen durch Symbole gekennzeichnet sein. Vorzugsweise sollten Ergebnisse von Rechnungen als Kurven und experimentell ermittelte Informationen als Punkte dargestellt sein,

- Farbige Bilder sind ausschließlich dann sinnvoll, wenn die Farbe Informationen trägt, die anders nicht vermittelt werden können.
- Fußnoten im laufenden Text sind zu vermeiden.
- Die Arbeit ist einem sorgfältigen Zeilenumbruch mit Silbentrennung zu unterziehen, damit unerfreulich große Wortabstände vermieden werden.
- In der Regel sollte ein Kapitel aus deutlich mehr als einem Absatz bestehen und ein Absatz aus deutlich mehr als einem Satz. Um kleinere Unterabschnitte thematisch zu gliedern, gibt es die Möglichkeit der Zwischenüberschriften, die nicht nummeriert sind und nicht im Inhaltsverzeichnis erscheinen. Absätze sind einheitlich durch einen größeren Zeilenabstand voneinander zu trennen.
- Kapitelüberschriften sind kein Textbestandteil, sie gliedern lediglich. Entsprechend ist ein Verweis auf die Überschrift mit „dieser“ nicht sinnvoll.
- Um Literatur zu zitieren sind zwei Möglichkeiten gebräuchlich:
 1. Mit Angabe von Namen (Nachname ausgeschrieben bzw. der Angabe „u. a.“ oder „et al.“ [eigentlich erst ab drei Autoren]) und Erscheinungsjahr, ggf. mit angehängtem kleinen Buchstaben, wenn es sonst zu Doppeldeutigkeiten käme. Dies hat den Vorteil, dass der Leser einerseits im Text sofort weiß, auf welche Arbeit verwiesen wird (wenn er fachkundig ist), ohne erst im Literaturverzeichnis nachschlagen zu müssen. Andererseits lässt sich so im Literaturverzeichnis leicht feststellen, ob eine bestimmte Arbeit zitiert wurde.
 2. Mit Nummern, die im Text durchgezählt werden, üblicherweise entweder in eckigen Klammern oder hochgestellt. Bei dieser Zitierweise findet der Leser schnell die Textstelle, an der das erste Mal auf ein Literaturzitat Bezug genommen wird.
- Werden Arbeiten aus Zeitschriften zitiert, so sind anzugeben: Namen der Autoren, abgekürzte Vornamen hinter dem Familien-Namen, ggf. Titel der Arbeit, Zeitschriftentitel (ggf. nach internationalem Standard abgekürzt), Bandnummer, Heftnummer (wenn angebar), Erscheinungsjahr und Seitenzahlen (von-bis).
- Werden Patente zitiert, so sind anzugeben: Art der Patentschrift, Nummer der Patentschrift, Anmeldedatum, Name des Patentinhabers, Namen (mit abgekürzten Vornamen) der Erfinder in runden Klammern.
- Werden Bücher zitiert, so sind anzugeben: Namen (mit abgekürzten Vornamen) der Autoren, Titel des Buches (ungekürzt), Auflage, Band, Seite, Verlag, Verlagsort, Erscheinungsjahr.
- Beim Zitieren von Studien- und Diplomarbeiten gehört neben dem Titel die Bezeichnung des Lehrstuhls zum vollständigen Zitat. Bei Dissertationen sind Titel und Hochschulangabe ausreichend.
- Auf eine richtige Interpunktion ist besonderer Wert zu legen. Werden die Titel der Zeitschriftenartikel angegeben, was besonders im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten sinnvoll ist, so sollte dies möglichst bei allen Zeitschriftenartikeln geschehen.
- Im Anhang sind bei Studien- und Diplomarbeiten alle ausgewerteten Originaldaten in Tabellenform zu dokumentieren. Wo dies zu aufwendig erscheint, kann die Arbeit auch eine Diskette oder CD-ROM enthalten, die mit Standardprogrammen gelesen werden kann. Es sollten keine Daten ausgelassen werden, um auch später noch Rückschlüsse auf die Reproduzierbarkeit zu ermöglichen. Die Betreuer achten darauf, dass alle Informationen vorhanden sind, die für eine später ggf. durchzuführende verbesserte Auswertung benötigt werden. Insbesondere gehören hierzu auch Größen, die in der Arbeit nicht variiert wurden, wie z. B. oft die Temperatur.
- Wurden Programme im Rahmen einer Studien- oder Diplomarbeit entwickelt, sind diese in der Arbeit mit abzurufen, ggf. auch hier in Form einer Diskette. Alle

Programme und Unterprogramme sind sorgfältig zu dokumentieren. Insbesondere muss im Kopf jeder Routine ihr Zweck ausformuliert sein (geeignete Routinen-Namen sind zwar zu empfehlen, allerdings für eine Dokumentation nicht ausreichend), die wesentlichen Übergabevariablen angegeben und erläutert sein und der Autor der Routine und deren Erstellungsdatum niedergelegt sein. Globale Variablen sind gesondert zu dokumentieren; auf diese Dokumentation ist in den Routinen zu verweisen, die diese globalen Variablen verwenden. Der Dokumentation der Programme kommt also eine (auch zeitmäßig) hohe Bedeutung zu.

- Die Programme sollten in Hochsprachen entsprechend gebräuchlichen Programmierrichtlinien (z. B. in Anlehnung an die des IK-Cape für Fortran und C) geschrieben sein. Weder Excel-Programme noch Spaghetti-Fortran sind akzeptabel.
- Ist in einer Arbeit ein Unterprogramm alleinstehend ausgedruckt, so ist dazu ein kleines Treiber-Hauptprogramm anzugeben.
- Zu Programmen (auch Treiberprogrammen) ist eine Beispielergabe- und -ausgabedatei zu dokumentieren. Bei interaktiven Programmen sind die Eingaben entweder in der Arbeit oder besser im Programm durch entsprechende Eingabeaufforderungen zu erläutern.

Motto

- Zum Abschluss nochmals: Auch der Leser steht - neben der durchgeführten Arbeit selbst - im Mittelpunkt der Zusammenschrift. Für ihn muss das Geschriebene klar, logisch und ansprechend sein.

Literatur

- Duden: Rechtschreibung der deutschen Sprache und Fremdwörter. Bibliographisches Institut, Mannheim.
- Friedrich, C.: Duden Schriftliche Arbeiten im technisch-naturwissenschaftlichen Studium: ein Leitfaden zur effektiven Erstellung und zum Einsatz moderner Arbeitsmethoden. Bibliographisches Institut, Mannheim, 1997.
- PTB: Die SI-Basiseinheiten: Definition, Entwicklung, Realisierung. Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, 1994.
- International Union of Pure and Applied Chemistry: Größen, Einheiten und Symbole in der Physikalischen Chemie. VCH, Weinheim, 1996.

Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge zu diesen Hinweisen sind willkommen.

Plagiate

→ siehe Infoblatt „Umgang mit Plagiaten“ (Erstellt durch die Fak. I. Die Regelungen gelten entsprechend für die Fak. III)