

# **Hilfestellung für die Anfertigung von wissenschaftlichen oder technischen Arbeiten und Berichten**

- Hausarbeiten
- Berichte
- Bachelor- und Masterarbeiten

November 2014

Vorläufige Version, Überarbeitungen und Ergänzungen vorbehalten

Fachhochschule Westküste, Heide, Germany  
Fachbereich Technik  
Prof. Dr. Gunther Gehlert

# Inhalt

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Kern einer wissenschaftlichen oder technischen Arbeit .....</b>	<b>3</b>
2.1 Abschnitt <i>Problemstellung</i> .....	3
2.2 Abschnitt <i>Methodik</i> .....	3
2.2.1 Methodik in Experimentellen Arbeiten .....	4
2.2.2 Methodik in Modellierungs- und Simulationsarbeiten .....	4
2.2.3 Methodik in Berichten aus der Praxis .....	4
2.3 Abschnitt <i>Ergebnisse</i> .....	5
2.3.1 Grundlegendes zur Darstellung von Ergebnissen .....	5
2.3.2 Aufbereitung von Ergebnissen .....	7
2.3.3 Abschnitt „Ergebnisse“ in experimentellen Arbeiten .....	7
2.3.4 Abschnitt „Ergebnisse“ in Modellierungs- und Simulationsarbeiten .....	8
2.3.5 Abschnitt „Ergebnisse“ in praktischen Arbeiten .....	8
<b>3 Struktur, Stil und Gestaltung der Arbeit .....</b>	<b>8</b>
3.1 <i>Struktur von Arbeiten</i> .....	9
3.2 <i>Stil</i> .....	9
<b>Quellen .....</b>	<b>9</b>

# 1 Einleitung

Dieses Merkblatt ist als Ergänzung gedacht zu den bereits existierenden Dokumenten

- Hinweise für die Anfertigung von Bachelor- und Masterarbeiten (FHW-Homepage) [1]

Das Dokument umfasst 15 Seiten und enthält alle wichtigen Angaben, wie eine Bachelor-Thesis an der FHW zu verfassen ist. Der Schwerpunkt des Dokuments liegt auf den formalen Vorgaben. Beispiele für formale Vorgaben sind z.B. Schriftart, Schriftgrößen, Layout.

Dieses Dokument legt den Schwerpunkt auf die inhaltliche und stilistische Ausgestaltung von wissenschaftlichen und technischen Berichten. Das Ziel dieses Dokumentes ist, dem Leser eine „Starthilfe“ für das Verfassen seiner Hausarbeit, des Praxissemesterberichts oder der Bachelorthesis zu geben. Auf wenigen Seiten wird mit Hilfe von Beispielen dargestellt, was bezüglich Inhalt und Stil zu beachten ist. Dieses Dokument soll dabei helfen, typische „Anfängerfehler“ zu vermeiden.

## 2 Kern einer wissenschaftlichen oder technischen Arbeit

Der Kern einer wissenschaftlichen oder technischen Arbeit besteht meistens aus folgenden drei Teilen:

- Problemstellung
- Methode zur Lösung des Problems
- Ergebnisse

Diese Teile sind stets getrennt voneinander und in der angegebenen Reihenfolge in der Arbeit zu integrieren. Im Folgenden soll auf die einzelnen Teile näher eingegangen werden.

### 2.1 Abschnitt Problemstellung

Ziel des Abschnittes „Problemstellung“ in einer Arbeit ist es, dem Leser zu beschreiben „worum es in dieser Arbeit geht“. In Labor- oder Praktikumsberichten ist in diesem Abschnitt die Aufgabenstellung zu beschreiben. Dies kann ruhig detailliert geschehen, in jedem Fall muss die Aufgabenstellung vollständig wiedergegeben werden. Bei Praxissemesterberichten kann die Problemstellung beispielsweise eine Kundenanforderung sein, welche den Ausgangspunkt der eigenen Arbeit bzw. der Arbeit des Teams bildet. Bachelor- oder Masterarbeiten ähneln je nach Thema entweder einem Laborbericht oder einem Praxissemesterbericht. Sie beinhalten jedoch stets eine komplexere Problemstellung. Deshalb ist darauf zu achten, auch wichtige Teilaspekte in diesem Abschnitt zu nennen, ohne dass der Leser jedoch den Überblick über den Kern der Arbeit verliert.

Wichtig ist in jedem Fall, dass das „Was“ nicht mit dem „Wie“ verwechselt oder vermischt wird. Das „Was“ ist die Problemstellung, das „Wie“ ist die Methodik zur Lösung des Problems und gehört in einen anderen Abschnitt.

### 2.2 Abschnitt Methodik

Im Abschnitt „Methodik“ wird beschrieben, mit welcher Methodik das Problem gelöst wurde. Beispielfolgerhaft wird im Folgenden auf den Abschnitt „Methodik“ in folgenden Arten von Arbeiten eingegangen:

- Experimentelle Arbeiten

- Modellierungs- und Simulationsarbeiten
- Berichte aus der Praxis

### **2.2.1 Methodik in Experimentellen Arbeiten**

In Laborberichten und experimentellen Arbeiten wird dieser Teil oft in Unterabschnitte gegliedert, beispielsweise „Theoretische Grundlagen“, „Experimenteller Aufbau“ und „Versuchsprogramm“. Eine solche Unterteilung ist dann vorzunehmen, wenn diese Abschnitte einen größeren Umfang haben. Beispiel: Ein Theorieteil, der aus zwei Formeln und deren Beschreibung besteht, benötigt keinen gesonderten Abschnitt. Ein Theorieteil hingegen, in dem über mehrere Seiten hinweg bestimmte Formeln hergeleitet werden, sollte einen eigenen Abschnitt bekommen.

In den Teil „Theoretische Grundlagen“ gehören beispielsweise Formeln, welche zur (mathematischen) Lösung verwendet werden. Hier ist darauf zu achten, dass dieser Abschnitt so kurz wie möglich gehalten wird. Wissen, das bei dem Leser als bekannt vorausgesetzt wird, ist wegzulassen.

Im Teil „Experimenteller Aufbau“ muss der verwendete Versuchsaufbau so genau beschrieben werden, dass der Leser einen ähnlichen Aufbau vornehmen und damit gleiche Ergebnisse reproduzieren kann. In die Beschreibung gehören somit sämtliche Bestandteile des Aufbaus und deren Verschaltung bzw. deren Zusammenwirken. Ebenfalls müssen die Funktionsweise und die Betriebsparameter erklärt werden. Letztere könnten alternativ auch folgenden Teil „Versuchsprogramm“ aufgeführt werden.

Der Teil „Versuchsprogramm“ wird üblicherweise nur in umfangreicheren Arbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten) getrennt beschrieben. In diesen Teil gehört eine detaillierte Auflistung derjenigen (Betriebs-) Parameter, welche man in den Versuchsreihen variiert hat. Es sind auch die Wertebereiche der Parameter oder sogar die diskreten Werte anzugeben. Zeiträume, in denen die Versuche durchgeführt wurden sind nur dann zu nennen, wenn z.B. Jahreszeiteinflüsse eine Auswirkung auf die Ergebnisse haben.

### **2.2.2 Methodik in Modellierungs- und Simulationsarbeiten**

Der prinzipielle Aufbau ist ähnlich wie derjenige von experimentellen Arbeiten. „Theoretische Grundlagen“ beschreiben hier die physikalischen Eigenschaften des Systems oder Apparates, der modelliert wird.

Der „Experimentelle Aufbau“ ist in diesen Arbeiten die Darstellung der Funktion des Modells. Dies kann (wenn z.B. Matlab/Simulink verwendet oder selbst programmiert wurde) die Darstellung aller Modellgleichungen sein. Wird ein umfangreicheres Softwarepaket verwendet (z.B. CFD-Systeme wie Comsol oder Fluent, Gebäudesoftware wie „Planca“ oder Prozess-Simulationssoftware wie „Aspen plus“), so ist die verwendete Software zu nennen und der Schwerpunkt auf die Parametrierung dieser Software zu legen. Beispiele: welche Module dieser Software kamen zum Einsatz? Welche Gitteranordnung wurde in der CFD-Software verwendet? Welche (Massen-, Energie-, Impuls-) Bilanzen wurden simultan gelöst?

Analog zu dem „Versuchsprogramm“ der experimentellen Arbeiten beinhaltet dieser Teil die Simulationsparameter, welche variiert wurden.

### **2.2.3 Methodik in Berichten aus der Praxis**

Berichte aus der Praxis unterscheiden sich insofern von den zuvor genannten Arbeiten, dass die genaue Nachvollziehbarkeit von Experimenten oder Lösungsansätzen nicht im Vordergrund steht oder sogar seitens der Firmen unerwünscht ist, da die Lösungen mitunter Firmengeheimnisse beinhalten. Trotzdem muss dem Leser in diesem Abschnitt nahegebracht werden, wie die

Problemstellung gelöst wurde. Die Lösung für den Kunden besteht beispielsweise oft in einem technischen Gerät oder einer Anlage. Die Erklärung der Funktionsweise dieser technischen Lösung gehört in diesen Teil des Berichtes. Zusätzlich kann es vorteilhaft sein, auch die Beweggründe des Kunden für diese Lösung zu beschreiben. Ähnliches kann auch aus Sicht des Anbieters erfolgen, insbesondere wenn die Firma mehrere verschiedene Systeme im Programm hat, welche sich prinzipiell zur Lösung des Problems eignen.

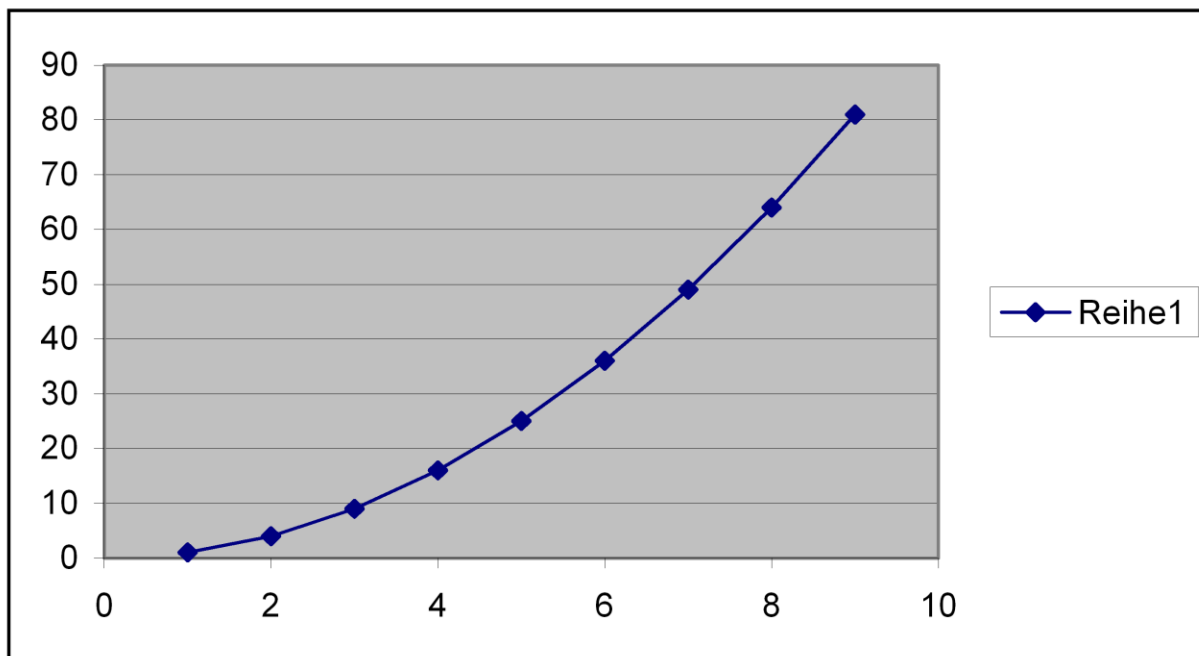
## 2.3 Abschnitt Ergebnisse

Dieser Abschnitt ist häufig derjenige, der möglicherweise auch noch nach Jahren wieder gelesen wird, wenn ein Kollege, ein Nachfolger oder ein Kunde mit einem ähnlich gearteten Problem konfrontiert ist. Entsprechende Sorgfalt ist auf diesen Abschnitt zu legen. Am wichtigsten ist, dass in diesem Abschnitt nur die Ergebnisse dargestellt werden. Häufig kommt es vor, dass Methodik, Ergebnisse und Schlussfolgerungen/Interpretationen vermischt dargestellt werden. Dies ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Bevor wiederum auf die verschiedenen Typen von Berichten eingegangen wird, sollen vorab einige grundlegende Überlegungen zur Darstellung von Ergebnissen diskutiert werden.

### 2.3.1 Grundlegendes zur Darstellung von Ergebnissen

Dieser Abschnitt soll bewusst mit einem Negativbeispiel beginnen:

**Ergebnisse:**



Dieses Beispiel stellt sozusagen den „Worst Case“ dar, weil alles falsch gemacht wurde, was möglich ist. Dies soll der Reihe nach diskutiert werden.

- Ein Doppelpunkt gehört nicht in eine Überschrift
- Das Bild wird ohne beschreibenden Text angezeigt
- Das Bild ist nicht beschriftet

- Die Achsen sind nicht beschriftet, so dass nicht erkennbar ist, welche Größe dargestellt ist (Y-Achse) und von welchem Parameter sie abhängig ist (X-Achse). Zusätzlich fehlen auch die Einheiten.
- Die Datenreihe ist nicht beschriftet (in der Legende abgedruckt ist lediglich „Reihe 1“, was eine Excel-Voreinstellung ist)
- Es ist nur eine Datenreihe dargestellt. Nach Möglichkeit sind mehrere Datenreihen in einem Bild zu integrieren.
- Auch die übrige Formatierung ist offensichtlich die MS Excel-Voreinstellung, was grundsätzlich zwar in Ordnung ist, dem Leser aber zeigt, dass sich der Autor über eine möglicherweise günstigere Darstellungsweise keine Gedanken gemacht hat.

Der Datenreihe ist z.B. anzusehen, dass es sich um kontinuierliche, rechnerisch ermittelte Ergebnisse handelt (es ist keine Streuung zu erkennen, was bei Messdaten der Fall ist). Trotzdem werden Datenpunkte angezeigt, welche typischerweise bei Messreihen verwendet werden. Eine durchgehende Linie alleine (ohne Messpunkte) wäre in diesem Fall die bessere Wahl gewesen.

Im Folgenden wird erklärt, wie eine saubere Darstellung von Ergebnissen zu erfolgen hat:

- Zunächst wird im Text erklärt, was in dem folgenden Bild dargestellt ist. Beispiel: „in Bild 23 ist die Sonneneinstrahlung über einen Tagesverlauf dargestellt. Hierbei wird zwischen den verschiedenen Jahreszeiten unterschieden.“
- Es folgt nach Möglichkeit das Bild (was aus Gründen der Formatierung nicht immer möglich ist). Die Bildunterschrift für das obige Beispiel könnte lauten: „Bild 23: Sonneneinstrahlung über den Verlauf eines Tages ohne Berücksichtigung von Verschattung und Wolken.“
- Das Bild könnte nun wie folgt aussehen:

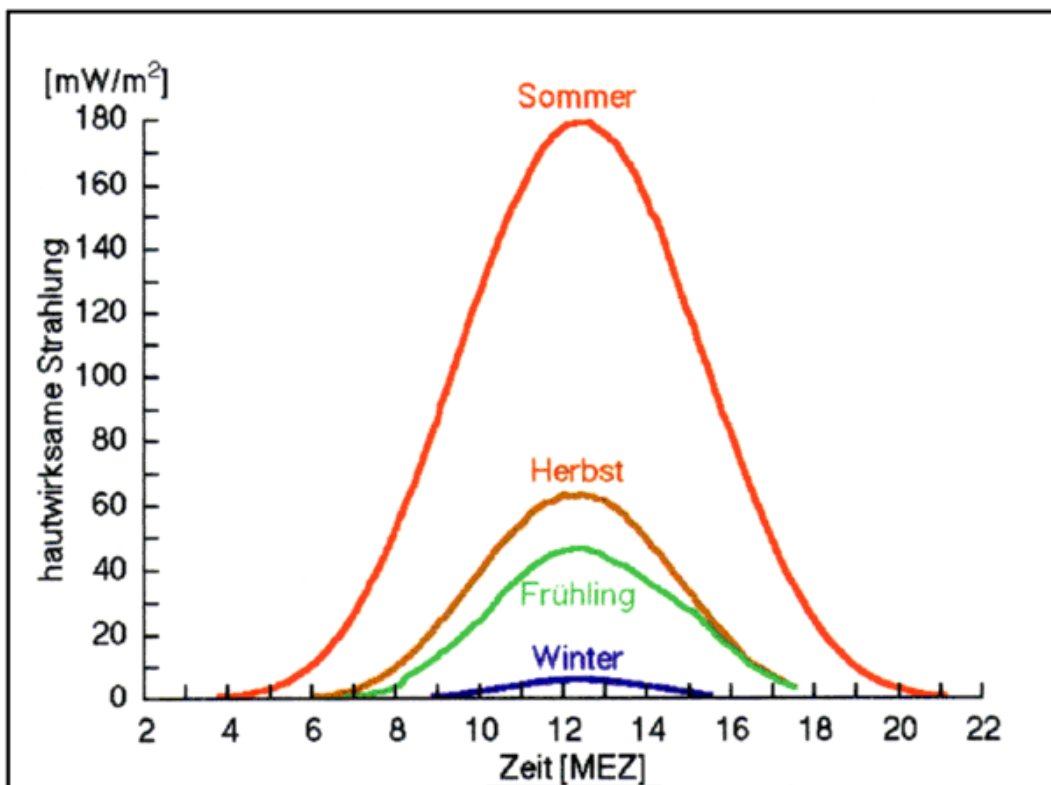


Bild 23: Sonneneinstrahlung über den Verlauf eines Tages ohne Berücksichtigung von Verschattung und Wolken.

- Das Bild muss (zusammen mit der Beschriftung) selbsterklärend sein, d.h. der Leser muss das Bild verstehen ohne den Text gelesen zu haben
- Die Größe des Bildes richtet sich nach seinem Inhalt (wenig Inhalt: kleines Bild und umgekehrt)
- Im Text muss zusätzlich erklärt werden, was aus dem Bild heraus zu lesen ist, z.B. „es wird deutlich, dass die hautwirksame Strahlung im Sommer am höchsten ist und um die Mittagszeit ihre Maximalwerte erreicht.“

Zusammenfassend müssen im Text des Abschnittes „Ergebnisse“ folgende Fragen beantwortet werden:

- Was ist dargestellt?
- Was lässt sich aus der Darstellung ablesen?

Manchmal ist es sinnvoll, weitere Erklärungsversuche zu ergänzen, insbesondere wenn das Ergebnis auf einen komplexen Zusammenhang zurückzuführen ist. Beispiel: „Mechanismus B zeigt im Vergleich zu Mechanismus A eine deutlich sensiblere Reaktion auf Parameter  $y$ . Zu erklären ist dies mit der abweichenden Struktur. Insbesondere Eigenschaft  $z$  scheint sich dominierend auf den Mechanismus auszuwirken.“

### 2.3.2 Aufbereitung von Ergebnissen

Selbst wenn gemäß Abschn. 2.3.1 alles richtig dargestellt wurde, kann es vorkommen, dass die Ergebnisse für den Leser nur schwer nachvollziehbar bleiben. Der Grund kann eine mangelnde Aufbereitung der Ergebnisse sein. Als Faustregel gilt, dass die Darstellung von absoluten Werten nach Möglichkeit zu vermeiden ist, weil absolute Werte zu sehr mit dem speziellen Problem verbunden sind.

Beispiel: Ein Autor stellt als Ergebnis die Geräuschentwicklung in einer Druckluftleitung dar. Die Darstellung sei der Lautstärkepegel in dBA in Abhängigkeit des Volumenstroms der Druckluft. Diese (nicht aufbereitete) Darstellung ist problematisch, da zu viele weitere Informationen fehlen, damit das Ergebnis übertragbar wird. Die wichtigsten fehlenden Informationen sind in diesem Beispiel:

- Druck in der Druckluftleitung (und damit die Dichte der Druckluft)
- Durchmesser der Druckluftleitung

Hätte der Autor den Lautstärkepegel in Abhängigkeit der Reynolds-Zahl anstelle des Volumenstromes dargestellt, so wären diese Informationen enthalten. Das Ergebnis wäre somit auf andere Problemstellungen übertragbar gewesen.

### 2.3.3 Abschnitt „Ergebnisse“ in experimentellen Arbeiten

Die Ergebnisse sind grundsätzlich so zu strukturieren, dass sie ähnlich zu dem „Versuchsprogramm“ aufgebaut sind. Es ist also zweckmäßig, die Reihenfolge des Versuchsprogramms auch für die Ergebnisse zu übernehmen. Oft ist es unwichtig, dass die Reihenfolge auch der tatsächlichen zeitlichen Abfolge der Experimente entspricht. Vielmehr ist es oftmals sinnvoller, die Reihenfolge der Darstellung im Bericht nach thematischen Gesichtspunkten oder einer logischen Abfolge fest zu legen.

In größeren Arbeiten (z.B. Masterarbeiten) können diese Ergebnisse so zahlreich werden, dass sie teilweise in den Anhang verlegt werden müssen. In diesem Fall ist ein möglichst aussagekräftiges oder relevantes Ergebnis auszuwählen, welches im Ergebniskapitel dargestellt wird. Ein Hinweis auf den Anhang ist in einem solchen Fall selbstverständlich.

Ergebnisse experimenteller Arbeiten sind typischerweise Messreihen. Zweckmäßig für die Darstellung ist häufig das (2D- oder 3D) Diagramm, in dem die Messpunkte auch als solche dargestellt werden. Insbesondere stark streuende Messpunkte sollten keinesfalls mit Linien verbunden werden, da die Übersicht darunter leidet. Stattdessen bietet sich die Trendlinienfunktion von Tabellenkalkulationen an, um übergreifende Aussagen aus den Messreihen abzuleiten. Hierbei sind Trendlinien (oder rechnerische Vergleichsreihen) vorzuziehen, welche sich auf den theoretischen (z.B. physikalischen) Hintergrund stützen. Nur im Notfall sollten Trendlinien danach ausgewählt werden, dass sie „möglichst gut passen“ (denn dies lässt sich eigentlich immer durch ein Polynom von hinreichend hoher Ordnung erreichen, ist aber nicht aussagekräftig). Häufig ist es auch sinnvoll, das Diagramm für eine bessere Lesbarkeit mit feinen senkrechten und waagerechten Hilfslinien zu versehen.

#### **2.3.4 Abschnitt „Ergebnisse“ in Modellierungs- und Simulationsarbeiten**

In Modellierungs- und Simulationsarbeiten werden die Ergebnisse durch Rechnungen generiert. Daher ist es meistens zweckmäßig, diese Ergebnisse als Linien darzustellen und nicht als Messpunkte. Da streuende Ergebnisse seltener vorkommen, können auch mehrere Datenreihen in einer Darstellung zusammengefasst werden.

Simulationsarbeiten können mehrere Zielrichtungen haben. Auch kann der Leser unterschiedliche Gründe haben, diese Arbeit zu lesen. Konkret kann das bedeuten, dass er an der Technologie oder dem Prozess interessiert ist, welcher modelliert und simuliert wurde. Andererseits kann er auch an der Methodik der Modellierung und Simulation interessiert sein, weil er evtl. ein ganz anderes Problem mit dieser Methode lösen möchte. Insofern ist immer abzuwägen, inwiefern auch modellierungs- und simulationsspezifische Ergebnisse dargestellt werden. Simulations-spezifische Ergebnisse sind beispielsweise die Höhe des Rechenaufwands oder Angaben über numerische Probleme, welche auftraten (wie z.B. Division durch Null) und Informationen wie diese Probleme gelöst wurden.

Darüber hinaus gelten ähnliche Regeln wie für experimentelle Arbeiten.

#### **2.3.5 Abschnitt „Ergebnisse“ in praktischen Arbeiten**

Ergebnisse praktischer Arbeiten können sehr unterschiedlich sein. Ein Ergebnis kann beispielsweise sein, dass die neu installierte Anlage ohne wesentliche Probleme in Betrieb genommen werden konnte. Bei längeren Betriebs- und Erprobungszeiten könnten Vorjahresvergleiche dargestellt werden. Wichtig ist, dass auch hier die Ergebnisse getrennt dargestellt und nicht mit anderen Inhalten vermischt werden. Die Beachtung der Hinweise in den Abschn. 2.3.1 und 2.3.2 kann auch für einen praktischen Bericht hilfreich sein.

### **3 Struktur, Stil und Gestaltung der Arbeit**

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Arbeit dem Leser präsentiert wird. Über die Präsentation „wird der Leser erreicht“. Gute Ergebnisse allein reichen nicht, wenn sie aufgrund schlechter Präsentation nicht beim Leser ankommen.

Für Struktur und Gestaltung der Arbeit existieren fast immer Vorlagen bzw. Anleitungen, wie diese auszusehen haben. Für Studierende am Fachbereich Technik der FHW existiert eine Anleitung in Form von Quelle [1]. Werden Veröffentlichungen für ein Fachjournal geschrieben, so sind die Vorgaben des Journals oder des Verlages zu beachten. Diese Vorlagen können aus



dem Internet bezogen werden. Gelten keine speziellen Vorgaben (wenn z.B. später im Berufsleben ein Bericht verfasst wird), so sollten trotzdem ähnliche Regeln beachtet werden.

### 3.1 Struktur von Arbeiten

Trotz starrer Vorgaben zur Struktur wirken viele Berichte und Texte unstrukturiert, da die Vorgaben oft zwar durch Überschriften, aber nicht durch den textlichen Inhalt eingehalten werden. In vielen Berichten und Texten fällt auf, dass der Text nicht zu dessen Überschrift passt.

Eine Arbeit strukturiert und logisch aufzubauen, ist eine schwierige Aufgabe und erfordert viel Disziplin, kritisches Hinterfragen und Erfahrung. In Abschn. 2 dieses Dokumentes erhält der Leser für verschiedene Typen von Berichten schon grundsätzliche Informationen zum Aufbau. So erhalten auch Autoren mit weniger Erfahrung eine Hilfestellung für die Struktur.

Andere Arbeiten müssen aus unterschiedlichen Gründen anders strukturiert werden. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass der Leser das Dokument von vorne bis hinten lesen kann und möglichst wenig „blättern“ muss. Gleichzeitig ist der Text so aufzubauen, dass keine Wiederholungen notwendig sind. Das bedeutet, dass mit Abschnitten begonnen werden muss, in denen der Leser keine oder nur minimale Zusatzinformationen benötigt. Die folgenden Abschnitte sollten möglichst nur auf den vorigen Abschnitten aufbauen. Informationen aus späteren Abschnitten sollten für das Verständnis der früheren Abschnitte nicht notwendig sein.

### 3.2 Stil

Der Stil eines wissenschaftlichen oder technischen Textes ist durch Sachlichkeit und Neutralität gekennzeichnet. Durch Einhaltung einiger Grundregeln kann die stilistische Qualität auf einfache Weise gesteigert werden. Daher sollen an dieser Stelle einige Grundregeln genannt sein:

- Die „Ich-“, „Wir-“, oder „Man-Form“ ist unbedingt zu vermeiden. Stattdessen soll das Passiv verwendet werden.
- Manche Berichte enthalten stellenweise umgangssprachliche Formulierungen. Diese sind unbedingt zu vermeiden
- Formulierungen mit Füllworten sind zu vermeiden. Beispiel: „*Letztendlich* hat sich der Kunde *dann doch tatsächlich* für die Lösung A entschieden“
- Wertende Ausdrücke und Formulierungen sind zu vermeiden. Beispiel: „es ist festzustellen, dass Variante B die *schlechtere* Lösung darstellt.“
- Fachjargon ist zu vermeiden. Beispiel: „der Volumenstrom wurde mir dem *Flowmeter* gemessen (der richtige Begriff wäre hier Volumenstrom-Sensor)“
- Sätze sind so kurz wie möglich und nur so lang wie nötig zu formulieren.
- Die verwendeten Zeiten (Präsens, Vergangenheitsformen usw.) müssen dem Inhalt entsprechend sorgfältig ausgewählt werden. Beispiel: physikalische Zusammenhänge werden im Präsens dargestellt, da sie eine von Vergangenheit oder Zukunft unabhängige Gültigkeit haben.

Allgemein ist für das Verfassen des Textes ausreichend Zeit einzuplanen. Schreiben unter Zeitdruck wirkt sich häufig ungünstig auf den Schreibstil aus. Jeder einzelne Satz ist inhaltlich und stilistisch kritisch zu hinterfragen.

## Quellen

[1] Hinweise für die Anfertigung von Bachelor- und Masterarbeiten, <http://www.fh-westkueste.de>