

Wie schreibe ich einen ingenieurwissenschaftlichen Bericht?

1 Motivation

Die Wissenschaft lebt von der Dokumentation und Veröffentlichung von Erkenntnissen, Vorgehensweisen und Ergebnissen, die damit zum Stand der Technik werden. Darauf aufbauend können Dritte einen weiteren Beitrag zur Innovationsspirale leisten. Im Sinne eines ingenieurwissenschaftlichen Berichts sollte dieser einer Reihe von Empfehlungen entsprechen, die im Folgenden aufgeführt sind.

Der Bericht eines Projekts, der Studien- oder Diplomarbeit kann aber noch weitere Zwecke erfüllen:

?? *Selbstkontrolle durch die logische Dokumentation der eigenen Arbeit*

Durch das Beleuchten verschiedener Aspekte und Darstellen der Arbeit und einem logischen roten Faden können Lücken oder ungeschickt gesetzte Schwerpunkte auffallen. Hierbei zahlt sich eine kontinuierliche Dokumentation der Arbeit besonders aus, damit eventuelle Schwachstellen nicht erst am Ende der Arbeit offensichtlich werden.

?? *Arbeitsprobe bzw. Aushängeschild der eigenen Arbeitsweise für Bewerbungen*

Bei einem Bewerbungsgespräch nicht nur verbale Aussagen zu treffen, sondern auch eine Arbeitsprobe auf den Tisch legen zu können, kann einem einen deutlichen Vorteil verschaffen.

Je besser sich der Autor in den Leser hineinversetzen kann, umso erfolgreicher wird sein Werk sein. Im Idealfall beantwortet der Autor alle Fragen, die beim Leser während der Lektüre entstehen. Insofern gilt vorab zu klären:

”Wem will ich was wie erklären?“

Dabei sollten zwei Aspekte besonders beherzigt werden:

- ?? nur die wichtigsten Informationen zum Verstehen der Arbeit vermitteln,
- ?? so viel wie nötig, aber so kurz wie möglich.

Dies ist jedoch kein Patentrezept und muss bei jedem Anlass auf die Anwendbarkeit hin geprüft werden.

2 Vorgehen

In diesem Abschnitt ist das Vorgehen zum Erstellen eines technischen Berichts dargestellt.

Die durchzuführenden Punkte werden an dieser Stelle nur chronologisch vorgestellt. Die Erläuterung der Inhalte ist in dem folgenden Abschnitt 3 beschrieben.

- ?? Grundsätzlich Formatvorlagen verwenden, am besten schon bei Beginn der Arbeit (auch für Stichpunktensammlungen o.ä.)

- ?? Spätestens vier Wochen vor Abgabe der Arbeit: Gliederung erstellen und mit dem Betreuer absprechen. Die eigene Struktur sollte sich nicht an vergangenen Arbeiten orientieren. Diese Zeit sollte besser genutzt werden, um die relevanten Punkte zu identifizieren.

- ?? Zu diesem Zeitpunkt bietet es sich auch an, den Schwerpunkt des Hauptteils des Berichts festzulegen.

- ?? Möglichst konkrete Überschriften bilden, die auf die Thematik des Abschnitts angepasst sind (z.B. statt ”Motivation“ besser ”Die Bedeutung der Zungendruckmessung“).

- ?? Gliederungspunkte mit Stichpunkten füllen
Die beste Vorbereitung ist die stetige projektbegleitende Dokumentation. Im Idealfall stellt der Hauptteil des Berichts die Zusammenfassung der kompletten Dokumentation dar.
- ?? Der rote Faden sollte zu jedem Zeitpunkt vorhanden sein bzw. im Auge behalten werden.
- ?? 1 Woche vor Abgabe: Bericht Korrektur lesen lassen
Es bieten sich verschiedene Instanzen an: Ein Kommilitone, der das Thema nicht genau kennt (Verständlichkeit und roter Faden), eine fachfremde Person (Layout, Rechtschreibfehler) und zum Schluss der Betreuer (fachlich).

3 Struktur

3.1 Übersicht über die Struktur

Eine gute Struktur ist für die Erzeugung des roten Fadens Voraussetzung. Es lässt sich keine pauschale Aussage zur perfekten Struktur treffen. Trotzdem gibt es ein paar Elemente, die enthalten sein müssen:

- ?? offizielles Formblatt mit der Aufgabenstellung (aus dem Sekretariat)
- ?? Deckblatt (optional)
- ?? Zusammenfassung
- ?? Inhaltsverzeichnis
- ?? Hauptteil
- ?? Literaturverzeichnis
- ?? Anhang

3.2 Deckblatt

Das Deckblatt des Berichts kann frei gestaltet werden. Die folgenden Elemente sollten jedoch vorhanden sein: Titel der Arbeit, Name des Bearbeiters, Institut, BA Ravensburg, Name des Betreuers, SA/DA-Nummer, Bearbeitungszeitraum und evtl. ein aussagekräftiges Bild über das Ergebnis der Arbeit.

3.3 Zusammenfassung

Die Zusammenfassung stellt einen sehr wichtigen Teil eines technischen Berichts dar: Sie wird von jedem Interessenten gelesen, um zu prüfen, ob der Inhalt der vorliegenden Arbeit für die eigene Forschung relevant sein könnte. Auch Sie werden bei einer eigenen Recherche an einer aussagekräftigen Zusammenfassung fremder Arbeiten interessiert sein.

Die Zusammenfassung sollte die bearbeiteten Schwerpunkte und das Ergebnis der Arbeit auf einer Seite darstellen. Die Aufgabe und insbesondere die Motivation sollten zu Gunsten der wesentlichen Daten und Erkenntnisse der Arbeit extrem knapp gehalten werden. Ein aussagekräftiges Bild oder eine Tabelle mit den technischen Eckdaten erhöhen die Verständlichkeit. Die Zusammenfassung muss für sich alleine verständlich sein. Verweise auf den Bericht sind nicht erlaubt. Wird ein Bild oder eine Tabelle dargestellt, müssen diese beschriftet sein.

Grundsätzlich empfiehlt sich, die Zusammenfassung am Ende der Berichtserstellung zu schreiben, da dann der Inhalt fixiert ist und die Formulierung des Überblicks am leichtesten fällt.

3.4 Inhaltsverzeichnis

Das Inhaltsverzeichnis stellt alle Überschriften des Berichts mit zugehöriger Seitennummer dar. Die Gliederung des Berichtes sollte auch optisch durch das Einrücken von Unterkapiteln und unterschiedliche Schriftgrößen erkennbar sein. Das erhöht die Übersichtlichkeit. Untergliederungen mit

mehr als drei Ebenen sollten nicht aufgenommen werden. In den üblichen Textverarbeitungsprogrammen kann das Inhaltsverzeichnis automatisch erstellt werden.

3.5 Hauptteil

Der Hauptteil ist der Kern des Berichts. Hier soll in übersichtlicher und leicht nachvollziehbarer Form dokumentiert werden, was im Rahmen der Studien- bzw. Diplomarbeit oder dem PEM warum wie erarbeitet worden ist. Dabei sollte ein Schwerpunkt auf eine ausgewählte Themenstellung gelegt werden.

Der Hauptteil muss auch ohne Kenntnis des Anhangs verständlich sein. Hier werden nur die Daten genannt, die für das Verständnis des Zusammenhangs unmittelbar notwendig sind. Alle detaillierten Dokumente wie Messprotokolle, Quelltext von Programmen, Tabellen und Angaben, die nur für weiterführende Arbeiten von Bedeutung sind, werden im Anhang aufgeführt.

Im Folgenden ist eine typische Gliederung eines technischen Berichts aufgelistet. Die endgültige Gliederung ist aber von dem konkreten Thema abhängig und kann von der hier dargestellten Struktur abweichen. Diese Anleitung ist also nicht als Kochrezept zu verstehen, sondern muss in jedem Fall kritisch hinterfragt und angepasst werden.

Folgende Abschnitte bieten sich an:

?? *Einleitung / Motivation / Stand der Technik*

In der Einleitung wird die Aufgabenstellung der Studien- oder Diplomarbeit in einen größeren technischen Zusammenhang gesetzt. Dem Leser wird vermittelt, warum die Thematik behandelt wird. Des Weiteren werden nicht nahe liegende technische Zusammenhänge erläutert, sofern sie zum Verständnis des Hauptteils notwendig sind. Die Einleitung dient zudem der Erzeugung des roten Fadens. Durch die Darstellung des Stands der Technik erkennt der Leser die Grundlagen, die bei Beginn der Arbeit bereits vorliegen. Dieser Abschnitt sollte nicht zu ausführlich gestaltet sein. Zitate oder Literaturangaben sowie verwendete Bilder sind deutlich als solche zu kennzeichnen.

?? *Klären der Aufgabenstellung*

Nach der Einleitung wird die Aufgabenstellung erläutert. Wichtig ist hier, die eigene Aufgabe klar von dem Stand der Technik abzugrenzen. Durch das Darstellen wichtiger Anforderungen (nicht aller) wird die Aufgabe präzisiert. Je nach Aufgabenstellung und Aussagekraft sind Darstellungen wie Abstraktion der Aufgabe, Flussdiagramme oder Blockschaltbilder sinnvoll.

?? *Auswahl der Lösungsvarianten*

In diesem Teil des Berichts sollten die Lösungsalternativen und vor allem Entscheidungen dargestellt werden. Diese sind für den Leser sehr wichtig, um sich eine eigene Meinung bilden zu können. Sehr wichtig ist daher vor allem der Weg zur Entscheidung.

?? *Gesamtkonzept*

An dieser Stelle die eigene Leistung gegenüber dem Stand der Technik durch Quellenangaben kennzeichnen. Prinzipskizzen oder Diagramme für die Beschreibung nutzen.

?? *Entwurf und Gestaltung des Gesamtkonzepts*

Verwendete Werkzeuge (z.B. Simulationsprogramme) und deren Ergebnisse darstellen.

?? *Aufbau eines Prototyps*

Probleme der Realisierung und gegebenenfalls Änderungen beschreiben.

?? *Zusammenfassung der Ergebnisse*

Dies kann für die Übersicht hilfreich sein, muss aber nicht aufgeführt werden.

?? *Kritik*

In dem Kapitel Kritik und Ausblick sollen die Stärken und Schwächen des Ergebnisses diskutiert werden. Der Leser kann so die Qualität der Arbeit besser beurteilen. Probleme oder nicht fertig gestellte Aufgabenteile müssen hier ehrlich aufgeführt werden. Ein geschöntes Ergebnis entspricht keinem wissenschaftlichen und ingenieurmäßigem Vorgehen!

?? *Ausblick*

Auf Basis der zahlreichen Erfahrungen durch die Bearbeitung des Projekts fällt es meist leicht, Empfehlungen für fortsetzende Arbeiten zu geben. Dies ist besonders für die Formulierung neuer Aufgabenstellungen hilfreich.

3.6 Literaturverzeichnis

In dem Literaturverzeichnis müssen alle Quellen, die zur Erstellung des Berichts verwendet wurden, aufgeführt werden. Werden Informationen aus nicht zitierten Quellen dargestellt, gilt dies als Betrugsversuch.

Die formalen Hinweise zur Erstellung des Literaturverzeichnisses sind in Abschnitt 4.4 zu finden.

3.7 Anhang

Im Anhang des Berichts sind alle Dokumente, Daten und Ergebnisse zusammengestellt, die im Hauptteil zu viele Details bieten, aber für eine weiterführende Arbeit oder den Betreuer interessant sein können. Im Wesentlichen sollten die folgenden Inhalte enthalten sein:

- ?? Zeitplan
- ?? vollständige Anforderungsliste
- ?? ausführliche Berechnungen
- ?? Messreihen
- ?? Konstruktionszeichnungen
- ?? Schaltpläne

Je nach Aufgabenstellung kann die Liste und Reihenfolge variieren.

4 Formalien

In diesem Kapitel sind formelle Kriterien aufgeführt, die bei der Erstellung eines technischen Berichts beachtet werden sollten.

4.1 äußere Form

Die Wirkungen der äußeren Form eines technischen Berichts darf nicht unterschätzt werden! Beim ersten Kontakt des Lesers mit dem Bericht entsteht die Bereitschaft oder Ablehnung, sich mit dem Inhalt auseinander zu setzen.

Wichtig ist, dass das gewählte Format durchgängig im Bericht verwendet wird. Ein schlichtes, übersichtliches Layout eignet sich für einen technischen Bericht besser als ein zu detailreiches verspieltes. Anhaltspunkte können z.B. bewährte technische Lehrbücher geben.

In Folgenden sind einige Formalien aufgeführt, die bei einem technischen Bericht eingehalten werden sollten:

Format	DIN A4, eingefaltete Großformate vermeiden
Ränder	links 3,5 cm, sonst 2 cm Rand
Umfang Hauptteil	So kurz wie möglich fassen! für Studien- und Diplomarbeiten als Orientierung 30.000 bis 60.000 Zeichen (je nach Art der Aufgabenstellung), für Projektberichte 15.000 Zeichen

Schriftgröße	11 (bis 12) Punkt
Schriftart	vorzugsweise serifenbehaftet (z.B. Times New Roman)
Zeilenabstand	zwischen 1,1 fach und 1,3 fach
Seitennummerierung	beginnend nach dem Inhaltsverzeichnis, vorher römische Ziffern verwenden; der Anhang kann getrennt und in Abschnitte (A, B, C ...) unterteilt werden
Kapitelaufteilung	Papierformat ausnutzen, keine halb leeren Seiten im Hauptteil
Überschriften	verschiedene Ebenen durch unterschiedliches Format kennzeichnen, kann auch serifenlos sein.
Kopf- und Fußzeile	nur sinnvolle Daten aufnehmen, nicht überfrachten
Fußnoten	nur sparsam verwenden, besser ist ein Glossar oder ein Abkürzungsverzeichnis

Tipps, die das Erstellen eines Berichts mit einheitlichem Layout einfacher machen:

- ?? Formatvorlagen für jede Formatierung verwenden (Haupttext, Überschriften, Unterschriften,...)
- ?? Feldfunktionen verwenden für automatische Bild-, Tabellen-, Kapitelnummerierung (Bei MS Word: "Felder aktualisieren" nicht vergessen)
- ?? Inhaltsverzeichnis automatisch erstellen lassen

4.2 Abbildungen, Diagramme und Tabellen

Bilder sagen oft mehr als tausend Worte. Jedoch muss bei jedem Bild überprüft werden, ob für den Leser das zu erkennen ist, was erkannt werden soll.

Für den Großteil aller Darstellungen werden am besten Prinzipskizzen eingesetzt.

Für eine einheitliche Darstellung werden diese idealerweise für den Bericht neu erstellt und nicht nur aus Arbeitsdokumenten eingescannt. Farben sollten nur in Ausnahmefällen (z.B. FEM-3D Plot) eingesetzt werden, wenn keine andere Darstellung möglich ist. Grundsätzlich muss der Bericht monochrom kopierbar bleiben. Hilfreich bei Strichzeichnungen ist das Füllen von Flächen, da diese die 3D-Wahrnehmung erleichtern.

Das Erstellen von Prinzipskizzen kann sowohl digital als auch per Hand erfolgen.

Für die Erstellung am PC sollten ausschließlich vektorbasierte Grafikprogramme eingesetzt werden, die einen deutlichen Qualitätsvorteil gegenüber umrissbasierten Zeichenprogrammen (z.B. Paint) bieten. Für die Erstellung von Handskizzen bietet sich das überdimensionale Zeichnen mit einem schwarzen Stift (u.U. Bleistift nachzeichnen) und einscannen an. Durch das anschließende Verkleinern am PC fallen zeichnerische Ungenauigkeiten nicht mehr auf. Generell ist bei gescannten Bildern auf die Qualität und die Kopierfähigkeit zu achten!

Fotos eignen sich höchstens dazu, um einen Gesamteindruck von z.B. einem Messplatz darzustellen. Für Detaildarstellungen sind sie meist weniger geeignet, auch wenn das Fotografieren mit einer Digitalkamera verlockt. In der Regel lenken die zahlreichen Details auf Fotos von dem eigentlichen Schwerpunkt zu sehr ab. Auf jeden Fall muss während der Aufnahme auf geeignete Lichtverhältnisse und den richtigen Blickwinkel geachtet werden.

Bei Software- oder Elektronikentwicklungen bietet sich die Darstellung in einem Flussdiagramm oder einem Blockschaltbild an.

Folgende formelle Punkte sollten bei Abbildungen, Diagrammen, Tabellen, Formeln eingehalten werden:

Platzierung	vorzugsweise mittig oder linksbündig
Verweis	auf alle Abbildungen vorher im Text verweisen
Nummerierung	kapitelweise (z.B. "Abb. 3.2") oder durchgängig (z.B. "Abb. 25")
Einordnung	Objekte sind mit aussagekräftigen Bilduntertiteln und Tabellen mit Überschriften zu versehen
Beschriftung	ein Zeichen kleiner als Text, deutlich vom Fließtext abgehoben
Bildquellen	auf jeden Fall angeben, auch wenn das Bild nachgezeichnet wurde
Diagramme	immer mit Achsenbeschriftung (Zahlen und Einheit) beschriften

4.3 Formeln

Bei der Verwendung von Formeln in technischen Berichten sind folgende Formalien zu beachten:

- ?? Formeln müssen zentriert und nummeriert werden (Bsp: (4.7) und im Text mit: Gl. (4.7) zitiert)
- ?? Variablen werden kursiv dargestellt
- ?? Indizes und Einheiten werden normal dargestellt
- ?? Alle verwendeten Formelzeichen müssen im Text erläutert werden. Bei Arbeiten mit sehr vielen Formeln bietet sich die Aufstellung eines Formelverzeichnisses am Anfang des Berichts an.

4.4 Literaturverzeichnis

Es existieren viele Empfehlungen, wie ein Literaturverzeichnis gestaltet werden kann.

Wichtig ist, dass das Literaturverzeichnis konsistent gestaltet ist. Autoren, Titel von Veröffentlichungen oder Verlage sollten also einheitlich formatiert sein. Auch die Reihenfolge der Daten muss in allen Quellen gleich sein.

Nachfolgend sind drei Beispiele für verschiedene Quellen aufgeführt, die ein übersichtliches Literaturverzeichnis ergeben. In der DIN 1505 sind weitere Beispiele für Literaturverweise aufgeführt.

- [Nr.] NAME, VORNAME; <WEITERE AUTOREN> : *Sachtitel des Buches* <Untertitel>. Auflage. Erscheinungsort. Verlag. Erscheinungsjahr
- [Nr.] NAME, VORNAME; <WEITERE AUTOREN> : *Sachtitel des Artikels*. Titel der Zeitschrift. Erscheinungsort. Ausgabe. Erscheinungsjahr. Seitenzahlen
- [Nr.] NAME, VORNAME; <WEITERE AUTOREN> : *Titel des Dokumentes*. Art des Dokumentes (z.B.: www-Seite, pdf-Datei, usw.). Stand letztes Änderungsdatums. komplette URL. Zugriff (Datum, Uhrzeit) ggf. Ausdruck!

Angaben in <> sind optional und werden angegeben, wenn sie vorhanden sind.

4.5 Verweise

Der Hauptteil des Berichts muss ohne Kenntnis den Anhangs verständlich sein.

Dennoch sollte auf den Anhang verweisen werden, wenn dort Inhalte ausführlicher als im Hauptteil aufgeführt sind. Vorteilhaft bei Verweisen ist, wenn sie sowohl den Abschnitt als auch die Seitenzahl beinhalten. So ist die gewünschte Stelle im Anhang schnell zu finden.

4.6 Abkürzungen

Abkürzungen sollten sparsam verwendet werden. Bekannte Abkürzungen wie "z.B." oder "usw." können ohne weitere Erläuterung verwendet werden. Eigene Abkürzungen sollten vermieden oder zumindest sehr sparsam eingesetzt werden. Für weniger gebräuchliche Abkürzungen ist eine Erläuterung beim ersten Gebrauch und eventuell ein Abkürzungsverzeichnis am Anfang des Berichts sinnvoll.

4.7 Stil und Rechtschreibung

Der Schreibstil, in dem ein technischer Bericht erstellt wird, weist typische Merkmale auf. Es werden hauptsächlich kurze Sätze mit einem Gedanken verwendet. Die Sätze besitzen einen einfachen Satzbau (Subjekt-Prädikat-Objekt). Präsens aktiv ist perfekt passiv vorzuziehen. Also nicht "In einer Untersuchung des Forschungszentrums Karlsruhe wurde festgestellt...", sondern "Eine Untersuchung des Forschungszentrums Karlsruhe zeigt,...". Die erste Person im Singular oder Plural sollte vermieden werden.

Füllwörter wie "möglicherweise", "gewissermaßen" oder "diesbezüglich" werden nicht verwendet. Phrasen wie "Dazu muss angemerkt werden..." sind kein Inhalt für einen technischen Bericht.

Wichtig ist, dass der persönliche Schreibstil durchgängig angewendet wird. Ebenso sollte entweder die alte oder die neue Rechtschreibung einheitlich verwendet werden.

5 Literatur

Folgende weiterführende Literatur sei an dieser Stelle empfohlen:

[1] BÜNTING, K.-D.: *Schreiben im Studium*, Berlin: Cornelsen Scriptor 2006

[2] DIN 1505 TEIL 2: *Titelangaben von Dokumenten*, Berlin: Beuth Verlag 1984

[3] EBEL, H. F. ; BLIEFERT, C.: *Schreiben und Publizieren in den Naturwissenschaften*. Weinheim, VCH Verlag, 5. Aufl., 2006

[4] FRANCK, NORBERT: *Schreiben wie ein Profi*, Köln, BUND Verlag 2004

[5] LÜCK, WOLFGANG: *Technik des wissenschaftlichen Arbeitens*, Marburg, Hitzeroth Verlag, 2003

[6] SCHNEIDER, WOLF: *Deutsch für Profis*, München, Goldmann Verlag 1999

[7] STANDOP, EWALD: *Die Form der wissenschaftlichen Arbeit*, Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer, 17. Aufl., 2004

[8] BÄNSCH, AXEL: *Wissenschaftliches Arbeiten*, München: Oldenbourg 2003

[9] FRANCK, NORBERT ; STARY, JOACHIM: *Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens*, Stuttgart, Schöningh 2003