

Hinweise zu wissenschaftlichen Abschlussarbeiten

Lehrstuhl für Leichtbau
Prof. Dr.-Ing. Philipp Weißgraeber

30. Juni 2022

Dieses Dokument gibt Hinweise für die erfolgreiche Durchführung einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit, wie etwa einer Studienarbeit, Bachelor- oder Masterthesis am Lehrstuhl für Leichtbau.

1 Vorgehensweise beim Durchführen der Arbeit

1.1 Zeitplanung

Zu Beginn der Arbeit sollten die **Zielsetzung** erarbeitet werden sowie ein entsprechender **Zeitplan** erstellt werden. Der Zeitplan kann z.B. in Form eines Gantt-Diagramms in einem Tabellenverarbeitungstool erzeugt werden. Zielsetzung und Zeitplan sind im Laufe der ersten Wochen mit dem Betreuer/der Betreuerin der Arbeit durchzusprechen. Nach Absprache kann beides im Laufe der Arbeit an neue Erkenntnisse/Ergebnisse angepasst werden. Ebenfalls ist es sinnvoll bereits früh eine Gliederung der schriftlichen Ausarbeitung zu skizzieren und zu besprechen. Eine stärkere Abweichung von der ursprünglich definierten Aufgabenstellung ist zu vermeiden und nur in Absprache mit dem Betreuer/der Betreuerin sowie Prof. P. Weißgraeber möglich.

1.2 Schreiben der schriftlichen Ausarbeitung

Zunächst ist ausreichend Zeit für das Anfertigen der schriftlichen Ausarbeitung einzuplanen. Der erste und entscheidende Schritt beim Erstellen der Arbeit ist das Ausarbeiten einer detaillierten Struktur. Eine **begleitende Dokumentation** während der Bearbeitung des Themas (auch der Fehlschläge) ist höchst empfehlenswert. Ergeben sich während der Arbeit Pausen (zum Beispiel durch lange Rechnungen, Versuchszeiten, etc.) können diese genutzt werden, um bereits erste Teile der Abschlussarbeit zu schreiben.

2 Hinweise zur Ausführung und Umsetzung der schriftlichen Ausarbeitung

Es wird dringend empfohlen, die am Lehrstuhl bereitgestellte L^AT_EX-Vorlage zu verwenden. Als Editor bietet sich die Web-App der Universität Rostock an: sharelatex.uni-rostock.de.

2.1 Aufbau der Arbeit

Generell sollte die Arbeit so angelegt sein, dass sie von einem sachkundigen Leser als **eigenständiges Dokument** gelesen werden kann. Am Anfang der Arbeit sollte ein allgemeiner Überblick über die Motivation, die Ziele der Arbeit und dessen Aufbau gegeben werden. Nachfolgend soll auf das zu untersuchende Thema hingeleitet sowie die nötigen theoretischen Grundlagen erläutert werden. Die Vorgehensweise soll ausreichend erläutert und kritisch betrachtet werden. Dabei ist eine Abgrenzung zu vorhandenen Arbeiten vorzunehmen und die Neuartigkeit sowie der Eigenanteil klar herauszustellen. Die jeweiligen Ergebnisse müssen in einer solchen Weise dargestellt sein, dass es möglich ist, die Untersuchungen zu wiederholen. Eine vergleichende Darstellung der Ergebnisse untereinander und mit Ergebnissen aus der Literatur ist ein wichtiges Element der Analyse. Aufbauend darauf müssen die Ergebnisse diskutiert und kritisch gewürdigt werden. Eine wissenschaftliche Arbeit schließt üblicherweise mit einem knappen Fazit sowie einem

Ausblick auf mögliche Erweiterungen und Folgeuntersuchungen, die von Interesse erscheinen.

Diese Struktur führt zum **üblichen Aufbau** einer wissenschaftlichen Arbeit:

1. Kurzfassung
2. Einleitung
3. Stand der Wissenschaft; Theoretische Grundlagen
4. Modellierung; Vorgehensweise; Methoden
5. Ergebnisse mit Diskussion
6. Fazit
7. Ausblick

Darüber hinaus muss ein Literaturverzeichnis enthalten sein. Gegebenenfalls können eine Nomenklatur, ein Abbildungs- oder ein Tabellenverzeichnis vorteilhaft sein¹.

2.2 Schriftliche Form

Bei der Vorstellung der **numerischen Implementierung** muss eine komplette Beschreibung der Modellbildung, der getroffenen Annahmen, des Aufbaus des Modells und aller Eingabedaten gegeben werden. Dabei müssen Informationen, wie Vernetzungsdetails, Freiheitsgrade und Rechenzeiten, sowie die gewählte Parametrisierung genannt werden.

Obligat bei einer numerischen Untersuchung ist die Durchführung einer **Konvergenzanalyse** bezüglich nicht-physikalischer Modellgrößen, wie etwa der Netzfeinheit. Die Wahl der jeweiligen Parameter in den weiteren Rechnungen muss hier begründet werden.

Programmablaufpläne sind ein geeignetes Mittel zur anschaulichen Darstellung des Analysegangs und zur Erklärung eigener Skripte². Quelltexte² sollten stets gut strukturiert und umfassend **kommentiert** sein. Eine Darstellung mit Syntaxhighlighting und Zeilennummer³ ist zweckmäßig.

Falls auf Grund vieler Formelzeichen eine **Nomenklatur** notwendig erscheint, muss eine Sortierung der Einträge vorgenommen werden. In der Nomenklatur sind auch verwendete Abkürzungen aufzuführen, ohne Nomenklatur Abkürzungen bei der ersten Verwendung im Text einzuführen. Werden Abbildungs-

und Tabellenverzeichnisse verwendet, so ist bei langen Abbildungs- bzw. Tabellenunterschriften eine Kurzfassung⁴ im Verzeichnis zu verwenden.

Ein **Literaturverzeichnis** ist ein obligater Bestandteil einer wissenschaftlichen Arbeit. Verweise auf andere Arbeiten und Bücher müssen mit einer Quellenangabe versehen sein. Verweise auf umfangreiche Standardwerke ohne Spezifizierung der Seite oder des Kapitels sind nicht sinnvoll. Verweise auf Internetquellen sind zu vermeiden⁵. Keine Quellen angeben, die nicht im Text referenziert sind. Bei der Erstellung des Literaturverzeichnisses ist auf eine einheitliche Darstellung der Einträge zu achten⁶. Die Übernahme fremder Texte ohne Kenntlichmachung stellt klares wissenschaftliches Fehlverhalten dar und ist laut Prüfungsordnung ein Täuschungsversuch.

Bei der Darstellung von **Formeln** ist auf eine konsistente Schreibweise und sinnvolle Numerierung zu achten. Alle verwendeten Größen müssen eingeführt sein. Funktionen und Operatoren, wie $\sin()$, $\cos()$, sowie Differentialoperatoren⁷ sind als nicht-kursiv zu setzen. Dies gilt auch für mathematische Konstanten wie π oder die EULERSche Zahl e . Indizes werden aufrecht gesetzt, wenn es sich um eine Abkürzung handelt und kursiv, wenn eine Variable beschrieben wird. So ist beispielsweise σ_i die Spannung „innen“ und σ_{ij} die ij -te Komponente des Spannungstensors.

Nach Möglichkeit sollten ausschließlich SI-Einheiten verwendet werden. Einheiten sind nicht-kursiv zu setzen sowie mit einem geschützten halben Leerzeichen von der Zahl zu trennen⁸. Dies gilt auch für das %-Zeichen und °C (Grad Celsius), nicht jedoch für Winkelgrad oder -minuten.

Im **Anhang** der Arbeit können zusätzliche Diagramme, lange detaillierte Herleitungen und Formeln sowie Skripte und Datensätze untergebracht werden, die zwar bedeutsam sind jedoch die zusammenhängende Darstellung der Arbeit behindern würden.

Gute **Rechtschreibung** und korrekte **Grammatik** sind Qualitätsmerkmale.

⁴In \LaTeX durch: `\caption[kurz]{Lang}`

⁵Falls unumgänglich, muss das Abrufdatum mitangegeben werden.

⁶In \LaTeX hierzu *BibTeX* verwenden. Für die Literaturliste sind Exportfunktionen von Literaturdatenbanken, wie etwa Google Scholar, empfehlenswert.

⁷ \LaTeX : `\sin{}`, `\cos{}`, `\mathop{\mathrm{d}}`

⁸In \LaTeX z.B. mit dem Paket `siunitx` für das korrekte Setzen von Zahlen mit Einheiten.

¹Diese Verzeichnisse haben üblicherweise keine Kapitelnummer.

²Falls diese elementarer Bestandteil der Arbeit sind.

³In \LaTeX ist hier das Paket `listings` zu empfehlen.

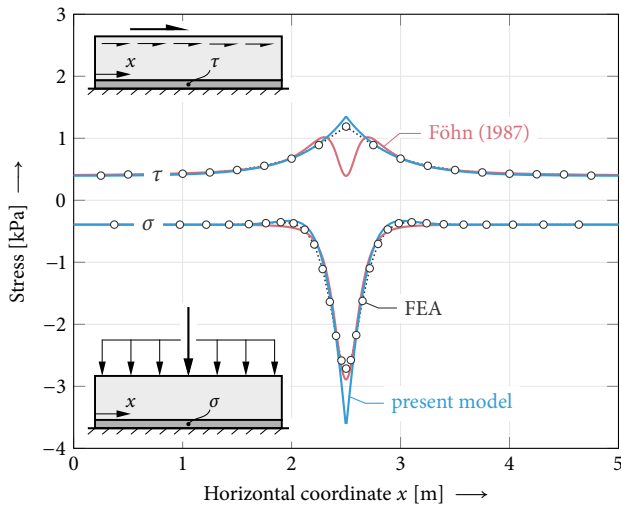


Abbildung 1: Beispiel einer Abbildung: Spannungen in Folge Einzellast und Eigengewicht. Vergleich des Modells (blau) und des Modells von Föhn (1987) (rot) mit Finite-Elemente-Analysen (Kreise). Die Modellparameter außer $h = 20 \text{ cm}$, $t = 1 \text{ cm}$ sind wie in Tabelle XY angegeben gewählt.

2.3 Abbildungen und Tabellen

Bei **Abbildungen** ist neben einer ausreichenden Bildqualität⁹ eine geeignete Darstellung entscheidend. Wichtige Punkte sind hierbei: selbsterklärende Darstellungen, Lesbarkeit in s/w-Druck, vollständige Achsenbeschriftungen und geeignete Skalierung der Achsen¹⁰. In vielen Fällen ist eine direkte Beschriftung von Kurven einer Legende vorzuziehen. Piktogramme in Diagrammen erleichtern das Erfassen der im Diagramm dargestellten Größen. Bildunterschriften sollten das Verständnis der Abbildung unabhängig vom Text ermöglichen, ohne dabei die Diskussion/Beschreibung im Text zu wiederholen. In Abbildung 1 ist ein Beispiel dargestellt.

Für Tabellen gelten die gleichen Hinweise wie für Abbildungen. Trennlinien sind sparsam zu verwenden. Üblich ist eine Tabellenüberschrift, eine obere Begrenzungslinie, eine Linie zwischen Tabellenkopf und -körper sowie eine untere Begrenzungslinie.¹¹ Vertikale Trennlinien sind in der Regel überflüssig und zu vermeiden. Ein Beispiel findet sich in Tabelle 1.

Alle Abbildungen und Tabellen sind immer im Text zu verwenden und zu referenzieren.

⁹Vektorgrafiken sind wenn möglich zu bevorzugen.

¹⁰Einheitliche Achsenskalierungen erleichtern Vergleiche.

¹¹Hierbei ist das L^AT_EX-Paket `booktabs` zu empfehlen.

Tabelle 1: Beispiel einer kompakten Tabelle.

Material	σ_c [MPa]	τ_c [MPa]	G_{Ic} [kJ/m ²]
DC993	0.86 ± 0.01	4.10 ± 0.01	3.38 ± 0.01
TSSA	7.10 ± 0.21	5.59 ± 0.13	9.44 ± 0.78

3 Hinweise zur Benotung

Die folgende Liste nennt die wichtigsten Kriterien zur Bewertung der Abschlussarbeit. Die Gewichtung des Kolloquiums ergibt sich aus der jeweiligen Prüfungsordnung.

1. Durchführung der Arbeit (50%)
 - ▷ Systematisches, planvolles und damit effizientes Arbeiten (Kosten/Nutzen), insbesondere hinsichtlich Terminen und Einzelschritten
 - ▷ Verantwortungsbewusstes, weitsichtiges und sorgfältiges Arbeiten
 - ▷ Motivation, Arbeitstempo, Fleiß
 - ▷ Selbstständigkeit, Eigeninitiative und Risikobereitschaft
 - ▷ Fähigkeit dem Betreuer/der Betreuerin in Besprechungen den jeweiligen Stand klar und prägnant darzulegen
 - ▷ Fachwissen des Leichtbaus
 - ▷ Handwerkliche Fähigkeiten (gilt auch beim Umgang mit Software)
2. Schriftliche Ausarbeitung und Darstellung von Ergebnissen (50%)
 - ▷ Klare Gliederung, logischer Aufbau, roter Faden
 - ▷ Nachvollziehbarkeit, Logik und Prägnanz der Gedanken
 - ▷ Klare und übersichtliche Abbildungen mit aussagekräftigen Bildunterschriften
 - ▷ Vollständigkeit und Umfang der Arbeit, korrektes und vollständiges Zitieren
 - ▷ Klare Ausdrucksweise
3. Kolloquium
 - ▷ Souveränes Auftreten und Verteidigen der Arbeit
 - ▷ Logischer Aufbau des Vortrags, klares Herausstellen der Kernaussagen, Reduktion auf Wesentliches
 - ▷ Aussagekräftiges, leicht erfassbares Bildmaterial
 - ▷ Vortragsstil