

## **Empfehlungen für die Ausarbeitung einer Bachelor-, Master-, oder Diplomarbeit**

Die im Folgenden gegebenen Anleitungen für die Ausarbeitung von Abschlussarbeiten am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktionen sind Empfehlungen, bei deren Beachtung davon ausgegangen werden kann, dass die Arbeit bezüglich Form und Gliederung den Anforderungen an eine Abschlussarbeit gerecht wird. Zusätzlich sind die aktuellen Regelungen der Studienordnung einzuhalten.

### **1 Aufbau einer Abschlussarbeit**

#### **Allgemeines Format**

Die Form der Diplomarbeit ist mit dem Betreuer abzusprechen, es ist eine gebundene Form oder die Abgabe in einem Ordner möglich.

Diagramme, Bilder, Gleichungen und Tabellen müssen eine Nummerierung aufweisen und mit Abbildungsunter- bzw. Tabellenüberschriften versehen sein.

Alle Versuchsdaten sollen in Absprache mit dem Betreuer in einem gängigen Dateiformat auf einem Datenträger der Arbeit beigelegt werden.

#### **Titelseite**

Die Arbeit soll eine Titelseite enthalten, die mit der Bezeichnung des Lehrstuhls, Titel der Arbeit, dem Verfasser, dem Betreuer sowie mit dem Abgabjahr versehen ist. Es kann auch ein Bild (Foto, Zeichnung etc.) eingefügt werden.

#### **Aufgabenstellung**

Das Original der Aufgabenstellung ist nach dem Titelblatt einzugliedern. Zusätzlich muss eine schriftliche Erklärung über die selbständige Anfertigung der Arbeit beiliegen.

## **Zusammenfassung**

Die Zusammenfassung sollte mit etwa 150 Worten kurz die Problemstellung, die Zielsetzung und die verwendeten Untersuchungsmethoden darstellen, sich aber hauptsächlich auf Ergebnisse und Schlussfolgerungen konzentrieren. Die Zusammenfassung muss in deutscher und englischer Sprache verfasst sein.

## **Verzeichnisse**

Zur besseren Übersicht soll ein Inhaltsverzeichnis mit Seitenangaben angelegt werden. Am Ende der Arbeit ist ein Literaturverzeichnis anzugeben. Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse sind nur notwendig, wenn sie der besseren Lesbarkeit des Dokuments dienen.

## **Einleitung**

Dieses Kapitel sollte über höchstens zwei bis drei Seiten die Problemstellung und den derzeitigen Stand des Wissens innerhalb des relevanten Forschungsgebietes darstellen, um den Leser in die Arbeit einzuführen. Erläutern Sie ebenso Ihre Ziele sowie Ihre Lösungsansätze für die dargestellte Problematik.

## **Literaturrecherche**

Um Überschneidungen mit anderen Forschungsgebieten zu vermeiden, muss eine detaillierte Studie der vorher zu diesem Thema verfassten Literatur nachgewiesen werden. Diese sollte sowohl neueste Forschungsberichte als auch Standardwerke umfassen. Der Großteil der Informationen wird aus der Auswertung von Publikationen stammen.

## **Methodik**

Dieser Teil der Arbeit, der auch in weitere Abschnitte unterteilt werden kann, enthält die Vorgehensweise, alle notwendigen Informationen über benutzte Materialien, Gerätschaften und angewendete Verfahren. Andere Personen sollten in die Lage versetzt werden, die Arbeit in all ihren essentiellen Details nachzuvollziehen und bewerten zu können.

## **Ergebnisse**

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen anhand aller zum Verständnis des Textes erforderlicher Daten beschrieben. Die Ergebnisse sollten präzise beschrieben und gegebenenfalls mit Diagrammen, Grafiken, Tabellen oder Bildern verdeutlicht werden.

Besprechen Sie mit Ihrem Betreuer, wie Sie Ihre Daten am verständlichsten darstellen können. Nutzen Sie das Ergebniskapitel, um den Leser auf wichtige Ergebnisse und Zusammenhänge hin-

zuweisen, die Sie später diskutieren. Vermeiden Sie in diesem Kapitel die Interpretation Ihrer Ergebnisse. Dies sollte wesentlicher Bestandteil des folgenden Kapitels werden. Ergänzende, für das Textverständnis nicht notwendige Daten (z. B. zur Information besonders interessierter Leser) gehören in den Anhang.

### **Diskussion und Schlussfolgerungen**

Eine systematische Analyse der Ergebnisse (z. B. auf Stichhaltigkeit, Genauigkeit, Relevanz) ist wesentlicher Bestandteil dieses Kapitels. Es ist wichtig auf die Beschränkungen der Arbeit (Randbedingungen) hinzuweisen und evtl. Verbesserungsvorschläge zu geben.

Auch ein negatives Ergebnis oder das Nichterreichen des gesetzten Zieles ist ein Ergebnis, wenn es begründet wird und die entsprechenden Schlussfolgerungen daraus gezogen werden.

### **Empfehlungen für weitere Untersuchungen**

Wurde während der Bearbeitung festgestellt, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, kann in diesem Kapitel näher darauf eingegangen werden.

### **Literaturverzeichnis**

Dieses Kapitel muss die im Text zitierte Literatur vollständig enthalten (siehe Kapitel 4).

### **Anhang**

Dieser sollte alle Informationen enthalten, die zum Verständnis des Hauptteils der Arbeit nicht unmittelbar notwendig sind, jedoch für den interessierten Leser weitere Informationen enthalten, z. B.:

- Ergänzende Datentabellen und Diagramme
- Technische Spezifikationen
- Details zu Untersuchungen
- Fotos
- Quellcode

## **2 Hinweise zur Beschreibung und Auswertung von Versuchen**

Bei einer experimentellen Arbeit ist die verständliche Beschreibung der durchgeführten Versuche außerordentlich wichtig. Auch hier gilt die Einteilung, dass zunächst im Kapitel Material und Methoden der allgemeine Versuchsaufbau und die Durchführung der Versuche beschrieben werden. Im Kapitel Ergebnisse werden die Versuchsergebnisse dargestellt und beschrieben ohne dabei eine

Interpretation oder Bewertung vorzunehmen. Eine Bewertung und Interpretation der Ergebnisse erfolgt erst im Kapitel Diskussion oder Schlussfolgerung.

Prinzipiell ist die beste Darstellungsform der Messwerte und der Auswertungsergebnisse mit dem Betreuer abzustimmen. Im Anhang der Arbeit soll, wie nachfolgend beschrieben, eine Zusammenfassung für jeden Prüfkörper gegeben werden. Die Ergebnisse sollen in den entsprechenden Kapiteln an ausgewählten Beispielen verdeutlicht werden. Eine zu detaillierte Darstellung der Ergebnisse würde das allgemeine Verständnis der Arbeit nur belasten. Der Anhang soll dem interessierten Leser die notwendigen Werte für das tiefere Verständnis der Arbeit liefern. Die Zusammenfassung der Prüfergebnisse im Anhang soll enthalten:

- Die ausgewerteten/bearbeiteten Messwerte
- Grafische Darstellung der ausgewerteten Größen
- Die Eckdaten des Versuches wie z. B. Holzfeuchte, Rohdichte, E-Modul, Biegefestigkeit, Materialkennwerte, Bauteilkennwerte usw.
- Bild des Versuchsaufbaus und des Versagens
- Besondere Vorkommnisse während des Versuchs

Die kompletten Messwerte und deren Auswertung sind in einem gängigen Dateiformat auf einem Datenträger beizufügen.

### 3 Hinweise zum Stil

Die Arbeit ist im Berichtsstil (Gegenwart) zu verfassen. Hierbei sind Vorgänge, die tatsächlich in der Vergangenheit stattgefunden haben (Versuchsdurchführung), auch in der Vergangenheitsform zu beschreiben. Die Arbeit soll neutral, sachlich und unpersönlich geschrieben werden (kein „ich“, „wir“ etc., keine Superlative).

Selbstverständlich ist auf Sprache, Grammatik, Rechtschreibung, Trennung und Zeichensetzung zu achten. Füllwörter wie „schon“, „wie erwartet“ usw. sollten vermieden werden, ebenso das Wort „man“. Umgangssprachliche Ausdrücke und Begriffe – wenn notwendig – müssen in Anführungszeichen gesetzt werden.

Für ein besseres Verständnis ist es vorteilhaft, wenn die Sätze nicht zu lange sind. Schachtelsätze sind zu vermeiden. Als Hilfestellung ist das Buch „Technisches Schreiben (nicht nur) für Informatiker“ von Peter Rechenberg zu empfehlen. Es ist in der KIT-Bibliothek ausleihbar.

## 4 Hinweise für Zitate und Verarbeitung von Literatur

### Grundprinzipien

Richtiges Zitieren ist eine Grundvoraussetzung für gutes wissenschaftliches Arbeiten. Es gilt, die eigene Arbeit innerhalb des Forschungsgebietes zu platzieren, wichtige Vorarbeiten und Grundlagenliteratur zu nennen und vor allem die Quelle von Aussagen, Ideen oder Befunden, die nicht die eigenen sind, deutlich darzulegen. Auch der Literatur entnommene Abbildungen müssen mit einer Quellenangabe versehen sein.

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von Zitaten, direkte und indirekte. In den Ingenieurwissenschaften werden beinahe ausschließlich indirekte Zitate verwendet, bei denen keine ganzen Sätze aus der Literatur entnommen werden, sondern Schlussfolgerungen und Gedankengänge anderer Autoren in einem eigenen Text verwendet werden.

Im Folgenden sollen Beispiele gegeben werden, wie man richtig zitiert. Die Art der Formatierung oder ob mit (Name Jahr) oder einer durchlaufenden Nummer [1, 2-4] zitiert wird, sei dem Studierenden überlassen, der bei der Durchsicht der Literatur für sein eigenes Projekt sehr vielen Zitierstilen begegnen wird. Generell gilt, dass zitierte Literatur gelesen sein und dem Autor vorliegen sollte.

### Aufbau von Zitaten im Text

In den Ingenieurwissenschaften wird beinahe ausschließlich indirekt zitiert, wobei bei mehr als zwei Autoren nur der Erstautor, gefolgt von et al., namentlich aufgeführt wird. Entweder werden die Verfasser der zitierten Arbeit direkt im Text genannt:

Sjödín et al. (2008) führten umfangreiche numerische Simulationen durch.

Erste Versuche zur Bestimmung der Biegefestigkeit von Balken aus Azobé (*Lophira alata*) wurden von Van de Kuilen und Blaß (2005) ausgeführt.

Die verwendeten elastischen Eigenschaften von Pappel (*Populus alba*) wurden dem Wood Handbook (1999) entnommen.

Bocquet (1997) und Toussaint (2009) entwickelten einen vielversprechenden Modellierungsansatz, mit dem das anisotrope Verhalten von Holz in numerischen Simulationen abgebildet werden kann.

Wie Gibson und Ashby (1997) darlegten, kann das Druckversagen von Holz in Faserrichtung auch durch ein teleskopartiges Ineinanderschieben der einzelnen Zellen betrachtet werden.

Oder die zitierte Arbeit wird nur inhaltlich in den Text eingebaut:

Frühere Forschungsergebnisse haben jedoch gezeigt, dass die Lochleibungsfestigkeit von tropischen Laubhölzer weniger stark vom Verbindungsmitteldurchmesser abhängt (Ehlbeck, Werner 1992).

Der Einfluss von Vertikallasten ist nicht vernachlässigbar, wenn Versuche zur Bestimmung der Scheibentragfähigkeit von Holzrahmenwänden unter horizontalen Lasten durchgeführt werden sollen (Dujic, Zarnic 2002).

Das Energiedissipationsvermögen von Verbindungen in Brettsperrholz kann jedoch bei richtiger Ausführung gewährleistet werden (Gavric et al. 2012, Schneider et al. 2012).

Bei zweischnittigen Holz-Holz-Verbindungen mit hochfesten Stabdübeln kann, je nach Abmessungen der Seitenhölzer, duktiler Versagen mit zwei Fließgelenken pro Scherfuge auftreten (Hialal 2006).

### Literaturverzeichnis am Ende

Es gilt, das (meist alphabetisch sortierte) Literaturverzeichnis so auszuführen, dass es dortigen Angaben dem Leser erlauben, die zitierte Literatur ohne Probleme zu finden. Verschiedene Quellen können dabei wie folgt zitiert werden:

#### Artikel aus wissenschaftlichen Fachzeitschriften:

Sjödín J, Serrano E, Enquist B (2008) An experimental and numerical study of the effect of friction in single dowel joints. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 66(5):363-372.

DOI: 10.1007/s00107-008-0267-z.

Van De Kuilen JWG, Blaß HJ (2005) Mechanical properties of azobé (*Lophira alata*). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 63(1):1-10. DOI: 10.1007/s00107-004-0533-7.

#### Bücher:

Gibson L, Ashby MF (1997) *Cellular solids. Structures and properties - Second edition*. ISBN 0 521 49911 9. Cambridge University Press. 510 p.

Wood-Handbook (1999) *Wood as an engineering material*. ISBN 1892529025. Forest Products Laboratory, Madison, USA. 528 p.

#### Tagungsbeiträge:

Dujic B, Zarnic R (2002) Influence of vertical load on lateral resistance of timber-framed walls. *CIB-W18 Meeting 35, Paper 35-15-4*. Kyoto, Japan.

Gavric I, Fragiaco M, Ceccotti A (2012) Strength and deformation characteristics of typical X-lam connections. *12th World Conference of Timber Engineering WCTE*. Auckland, New Zealand.

Schneider J, Stierner SF, Tesfamariam S, Karacabeyli E, Popovski M (2012) Damage assessment of cross laminated timber connections subjected to simulated earthquake loads. *12th World Conference of Timber Engineering WCTE*. Auckland, New Zealand.

### Forschungsberichte:

Ehlbeck J, Werner H (1992) *Tragfähigkeit von Laubholzverbindungen mit stabförmigen Verbindungsmitteln*. Forschungsbericht Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine. Abt. Ingenieurholzbau, Universität Karlsruhe, Germany.

### Universitäre Arbeiten:

Bocquet JF (1997) *Modélisation des déformations locales du bois dans les assemblages brochés et boulonnés*. Dissertation. University Blaise Pascal Clermont-Ferrand, France.

Hieralal R (2006) *Application of high strength steel in steel pin connections and double-shear timber joints*. Master thesis. Faculty of Civil Engineering, University of Technology Delft, The Netherlands.

Toussaint P (2009) *Application et modélisation du principe de la précontrainte sur des assemblages de structure bois*. Dissertation. Université Henri Poincaré - ENSTIB, Nancy, France.

## **5 Vortrag zur Arbeit**

Im Rahmen des "Holzbauseminars" ist der Inhalt der Arbeit vorzustellen.

### **Vortragsdauer**

Die reine Vortragszeit beträgt 20 Minuten. Um den zeitlichen Rahmen nicht zu sprengen und allen Kandidaten gleiche Chancen zu gewähren, werden die Vorträge nach 25 Minuten abgebrochen.

### **Inhalt**

Angesichts der Redezeit gilt es, die wichtigen Inhalte der Arbeit auszuwählen. Diese Punkte sollten enthalten sein:

- Eine kurze Erläuterung der Aufgabenstellung; (ca. 2 Min.)
- Erläuterung der Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe (Programm, angewendete Verfahren, benutzte Materialien, verwendete Maschinen und Einrichtungen); (ca. 5 Min.)
- Darstellung von Ergebnissen, Diskussion und Schlussfolgerungen; präzise und knapp, gegebenenfalls mit Diagrammen, Grafiken, Tabellen oder Bildern verdeutlicht; (ca. 13 Min.)

### **Hilfsmittel**

Eine PowerPoint-Vorlage kann auf der Homepage des Instituts heruntergeladen werden.

Die Gliederung des Vortrags sowie die Bilder, Tabellen und Diagramme sollten zur Absprache und Überprüfung rechtzeitig vor der Präsentation dem Betreuer vorgelegt werden.

## **Foliengestaltung**

- Die Folien sollen den Vortrag unterstützen und nicht ersetzen.
- Ein sprachlicher Fehlgriff sind Bemerkungen der Art: "Den Rest können sie der Folie entnehmen".
- Erfahrungsgemäß enthalten Folien zu viele Informationen. Das Publikum benötigt Zeit, um die vorher nie gesehenen Folien zu erfassen.
- Die inhaltliche Gliederung einer Folie muss graphisch umgesetzt werden (auf Verständlichkeit und Anschaulichkeit achten).

## **Vortrag**

- Angesichts der zu erwartenden Nervosität gerade zu Beginn des Vortrages bietet es sich an, die ersten Sätze vorher auszuformulieren und auswendig zu lernen. Dann ist zumindest der Start gesichert.
- Der Vortrag ist schlecht, wenn ausschließlich das erzählt wird, was ohnehin schon auf den Folien steht.
- Es kann hilfreich sein, die aktuelle Stelle der Folie zu markieren.
- Den Vortrag laut üben. Wer den Vortrag nicht vorher sprechend durchgeht, hat keinen Anhaltspunkt wie lange der Vortrag dauert.