

BACHELORARBEIT

Modellierung und Regelung eines invertierten Stabpendels

Autor:

Peter Paul

Betreuer: Patrick Göttsch, M.Sc.

Prüfer: 1. Prof. Dr. Herbert Werner
2. Patrick Göttsch, M.Sc.

13. Dezember 2021

Bachelorarbeit
für Herrn Peter Paul

B — XXX — 20YY
Matr.-Nr.: 12345678

Studiengang: ETMS

Titel:

Modellierung und Regelung eines invertierten Stabpendels

Beschreibung:

Das invertierte Stabpendel, ECP Model 505, ist ein in Lehre und Forschung eingesetztes System, welches eine orthogonal zum Pendelstab verfahrbare Stange und als Messgrößen die Position der Stange als auch den Winkel des Pendelstabs besitzt [1]. Das System kann sowohl als vollaktuiertes SISO als auch als unteraktuiertes SIMO System betrachtet werden. Die Dynamik des Pendels kann durch anbringen von Gewichten sowohl an der Balancestange als auch am Pendelstab von einfach regelbar bis hin zu theoretisch nicht regelbar verändert werden. Das System besitzt kinematische und gravitationsbedingte Nichtlinearitäten. Ziel dieser Arbeit sind die Modellierung des Systems und der Entwurf eines Reglers zur Stabilisierung des Pendels in seinem linearisierten Arbeitspunkt unter Einfluss von Eingangs- und Modellstörungen. Ebenfalls untersucht werden sollen Möglichkeiten zur automatischen Anpassung von Parametern an diese Strecke, [2].

Aufgaben:

1. Literaturrecherche
2. Herleiten eines Modells und Identifikation der Parameter
3. Entwicklung eines Reglers zur Stabilisierung im linearisierten Arbeitspunkt
4. Erweiterung des Reglers zur Unterdrückung von Eingangs- und Modellstörungen
5. Evaluation und Diskussion

Literatur:

- [1] *Model 505 - ECP Inverted Pendulum*, 2000. Adresse: http://www.ecpsystems.com/docs/ECP_InvPend_Model_505.pdf.
- [2] K. J. Åström und T. Hägglund, *PID controllers: theory, design, and tuning*. Instrument society of America Research Triangle Park, NC, 1995, Bd. 2.

Betreuer: Patrick Göttisch, M.Sc.

Prüfer: 1. Prof. Dr. Herbert Werner
2. Patrick Göttisch, M.Sc.

English title: Modeling and Control of an inverted Rod Pendulum

Ausgabe der Arbeit: 06.05.2019

Abgabe der Arbeit: 18.08.2019

14.06.2019, Prof. Dr. H. Werner

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbstständig durchgeführt und keine weiteren Hilfsmittel und Quellen als die angegebenen genutzt zu haben.

Hamburg, 13. Dezember 2021

Peter Paul

Zusammenfassung

Hier sollte eine kurze Zusammenfassung Ihrer Arbeit stehen, die einem Leser eine Übersicht über die Aufgabenstellung und die erzielten Ergebnisse gibt. Dieser Text wird auch in der öffentlichen Ankündigung zu Ihrem Abschlussvortrag erscheinen, also geben Sie sich Mühe, es kurz, verständlich und auf die wesentlichen Punkte beschränkt zu halten.

Für den folgenden Text, könnte so eine Zusammenfassung folgendermaßen aussehen:

Diese Arbeit enthält eine kurze Einführung in das Textsatzsystem \LaTeX und fasst dessen Vorteile zum Schreiben einer wissenschaftlichen Arbeit zusammen. Es folgen formelle und inhaltliche Hinweise zum Schreiben einer Bachelor-, Master- oder Studienarbeit, bezüglich Aufbau und Darstellungsweise, mit besonderem Fokus auf das Schreiben einer solchen Arbeit im Institut für Regelungstechnik.

Inhaltsverzeichnis

1	Das Schreiben mit L^AT_EX	2
1.1	Das Besondere an L ^A T _E X	2
1.2	Normaler Text	2
1.2.1	Gliederungsebenen	3
1.3	Besondere Objekte	3
1.3.1	Abbildungen	3
1.3.2	Formeln	4
1.3.3	Symbole	4
1.3.4	Zitate	4
1.3.5	Inhaltsverzeichnis	5
1.3.6	Referenzen	6
1.3.7	Tables	6
2	Der wissenschaftliche Schreibstil	7
2.1	Korrektheit	7
2.2	Verständlichkeit	7
2.3	Argumentationweise	7
2.4	Quellenangaben	8
2.5	Struktur	8
3	Schreiben am Institut für Regelungstechnik	10
3.1	Hardware-Ausstattung	10
3.2	Verfügbare Software	10
3.3	Zitate aus der Literatur-Datenbank	10
3.4	Binden der Arbeit	11
4	Zusammenfassung und Ausblick	12

Einleitung

Sie stehen am Anfang Ihrer Bachelor- oder Masterarbeit bzw. Sie haben bereits Ergebnisse in Form von Experimenten, Algorithmen, Methoden, handschriftlichen Notizen etc. und fragen sich nun, wie Sie das alles zu Papier bringen sollen?

Dieser Text ist sowohl eine Anleitung zur Niederschrift Ihrer Bachelor- oder Masterarbeit als auch eine \LaTeX -Vorlage zur Verwendung für Ihre eigene Arbeit.

Nachdem Sie sich den Text durchgelesen und die \LaTeX -Dateien angesehen haben, die diesen Text erzeugt haben, sollten Sie in der Lage sein, Ihre eigene Arbeit in wissenschaftlich korrekter, anschaulicher und ansprechender äußerer Form zu produzieren.

\LaTeX hat sich in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt. Die meisten Befehle, die in älteren tex -Dateien benutzt wurden, führen heute immer noch zu einem fehlerfreien Dokument. Allerdings gibt es meist bessere Ersetzungen. Eine gute Zusammenfassung für deutsche Dokumente finden Sie bei dante.de.

Die Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte. Im Kapitel 1 wird anhand von Beispielen die Erstellung eines \LaTeX -Dokumentes vorgeführt. Das Kapitel 2 werden die wichtige Punkte zum wissenschaftlichen Schreibstil erläutert. Ein zusätzlich verfügbares Dokument führt Sie dann noch in die Besonderheiten des Instituts für Regelungstechnik ein und stellt die Ihnen zur Verfügung stehenden Werkzeuge vor.

1 Das Schreiben mit L^AT_EX

1.1 Das Besondere an L^AT_EX

In diesem Kapitel werden Sie einige nützliche Hinweise zur Erstellung von Bachelor- oder Masterarbeiten mit L^AT_EX erhalten. Wichtig zu wissen ist, dass L^AT_EX kein WYSIWYG (what you see is what you get) Programm ist wie andere Texteditoren wie z.B. Microsoft Word. Es ist vielmehr eine Art Programmiersprache, mit der Sie den logischen Zusammenhang Ihres Textes durch geeignete Befehle zunächst beschreiben. Dieser "Quellcode" ist die sog. L^AT_EX-Datei.

Es gibt wie bei Programmen eine compilierbare Datei für das Hauptprogramm und u.U. weitere Dateien für Unterprogramme, die eingebunden werden (sinnvollerweise sind das hier die Kapitel). Der Compiler erzeugt aus dem Quellcode entweder eine sog. dvi-Datei (für "device independent") (LaTeX) oder direkt eine pdf-Datei (pdfLaTeX). Aus der dvi-Datei können Sie mit dem Programm `dvi2ps` dann eine Postscript-Datei erstellen, die dann auf geeigneten Druckern ausgedruckt werden kann.

Dies gibt Ihnen z.B. auch die Möglichkeit im Quellcode Kommentare einzufügen, die im endgültigen Text nicht sichtbar sind. Es kommt dabei auch nicht auf die Zeilenumbrüche im Quellcode an, da diese erst durch den Compilierungsvorgang erzeugt werden. Das Layout der fertigen Arbeit können Sie getrost in der letzten Woche Ihrer Arbeit machen; wenn alle logischen Verknüpfungen und der Text als solcher sowie die Bilder stimmig sind, dauert das ca. einen bis zwei Tage. Bedenken Sie, dass auch das Ausdrucken, ins Besondere bei farbigen Seiten Zeit in Anspruch nimmt!

Die Vorteile von L^AT_EX werden ins Besondere bei Umstellungen des Textes und beim Formelsatz deutlich. Durch die logische Referenzierung stimmen die Referenzen immer, die Druckqualität von Formeln wird von anderen Programmen nicht erreicht. Die Einfachheit des Zitierens ist gerade für einen Anfänger sehr hilfreich.

Der folgende Text als solcher ist nicht sonderlich sinnvoll, wenn Sie aber gleichzeitig die Datei mit dem Quellcode lesen, kann man sehr gut verstehen, wie verschiedene Elemente erzeugt werden. Sie sollten dann diese Datei auch selbst compilieren und das Ergebnis vergleichen. Wenn es nicht identisch ist, ist u.U. die L^AT_EX-Konfiguration nicht korrekt und muss dann korrigiert werden.

1.2 Normaler Text

Normalen Text zu schreiben ist ganz einfach. Man nutzt einen beliebigen Editor und schreibt einfach den Text, ohne auf die Formatierung, Zeilenumbrüche etc. zu achten. Will man einen neuen Abschnitt beginnen, so lässt man einfach eine oder mehrere Leerzeilen...

Hier sind wir nun im neuen Abschnitt. Die Schriftgröße wird übrigens im Kopfteil des Hauptdokumentes definiert. Man kann Hervorhebungen durch andere Schrifttypen machen. Normalerweise werden neu definierte Begriffe *kursiv*, wichtige Aussagen **fett** und Programmzeilen im Schreibmaschinenstil gesetzt.

1.2.1 Gliederungsebenen

Man kann feinere Unterteilungen der Abschnitte durch den Befehl `subsubsection` erreichen. Diese Ebene sollte die unterste Ihrer Arbeit sein.

Gleiche Ebene, aber nicht numeriert

Sehen Sie in den Quellcode, um zu wissen, wie das erreicht wird!

1.3 Besondere Objekte

1.3.1 Abbildungen

Abbildung 1.1 zeigt ein Blockschaltbild.

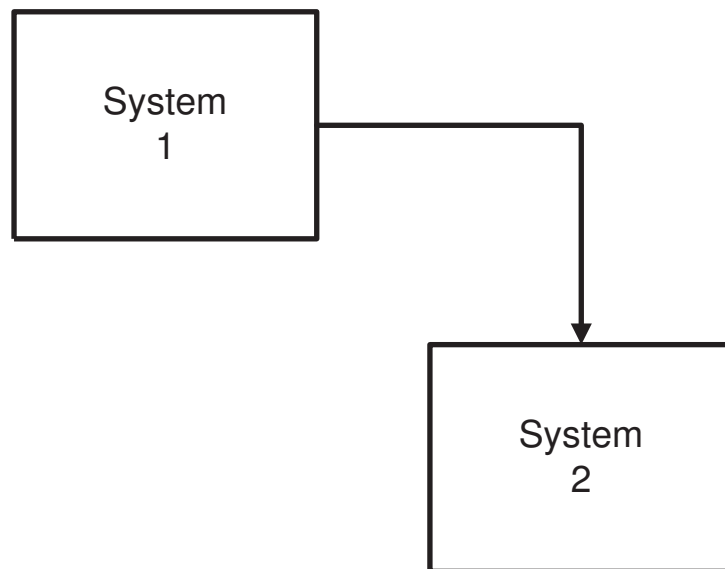


Abbildung 1.1: Das erste Bild

Weitere kostenlose Vektorgrafikprogramme sind

- Inkscape,
- \LaTeX Draw,
- MATLAB mit Matlab2Tikz
- ...

Viele Bilder werden üblicherweise direkt unter MATLAB erzeugt, bitte beachten Sie die Export-Optionen, die der Befehl "print" bietet. Sie können aber auch die Möglichkeiten

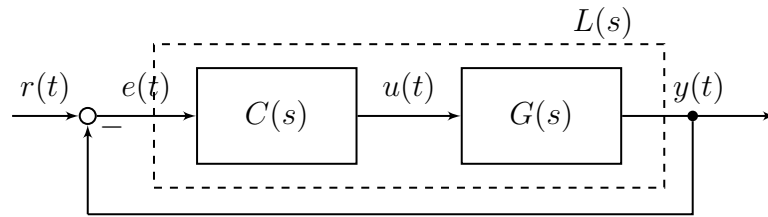


Abbildung 1.2: Dies ist ein Blockdiagramm

von MATLAB2TIKZ nutzen. Siehe auch Github:Matlab2Tikz. Sie können sowohl Blockdiagramme

als auch Figures aus MATLAB, die Sie mit den Befehlen in eine tex file umwandeln können. Sie sollten aus Gründen der Geschwindigkeit und der Kompilierbarkeit auch den Befehl `cleanfigure` ausführen, um die Daten an die Auflösung zum Drucken anzupassen. Dieses reduziert die Dateigröße drastisch.

```
1 cleanfigure('targetResolution', 300);
2 matlab2tikz(filename, 'width', '12cm', 'height', '6cm');
```

1.3.2 Formeln

Formeln wie diese

$$\ddot{\phi}_1 = \frac{M_1 + l_1 \sin \phi_2 (m_2 l_{s2} + m_3 l_{s3}) (\dot{\phi}_2^2 + 2\dot{\phi}_1 \dot{\phi}_2) - f_1 \dot{\phi}_1}{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + 2l_1 (m_1 l_{s2} + m_3 l_{s3} \cos \phi_2) + m_3 (l_1^2 + l_2^2) + m_l l_1^2}, \quad (1.1)$$

$$\ddot{\phi}_2 = \frac{M_2 + l_1 \sin \phi_2 (m_2 l_{s2} + m_3 l_{s3}) \dot{\phi}_1^2 + 2 - \phi_2 \dot{\phi}_2}{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3} \quad (1.2)$$

können in schönem Satz ausgedruckt werden. Bitte beachten Sie, dass auch Formeln zu den Sätzen gehören und ebenso Satzzeichen enthalten können!

1.3.3 Symbole

Symbole wie Ω können auch einfach in den Fliesstext mit aufgenommen werden. Sätze fangen **nie** mit einem Symbol an!

1.3.4 Zitate

Zitate werden einfach mit Komma an den Satz angehängt, [1]. Nachdem man das Programm BiBT_EX aufgerufen hat, wird das Literaturverzeichnis automatisch erstellt. Die Auswahl eines Zitierstiles erfolgt in der Haupt-Datei.

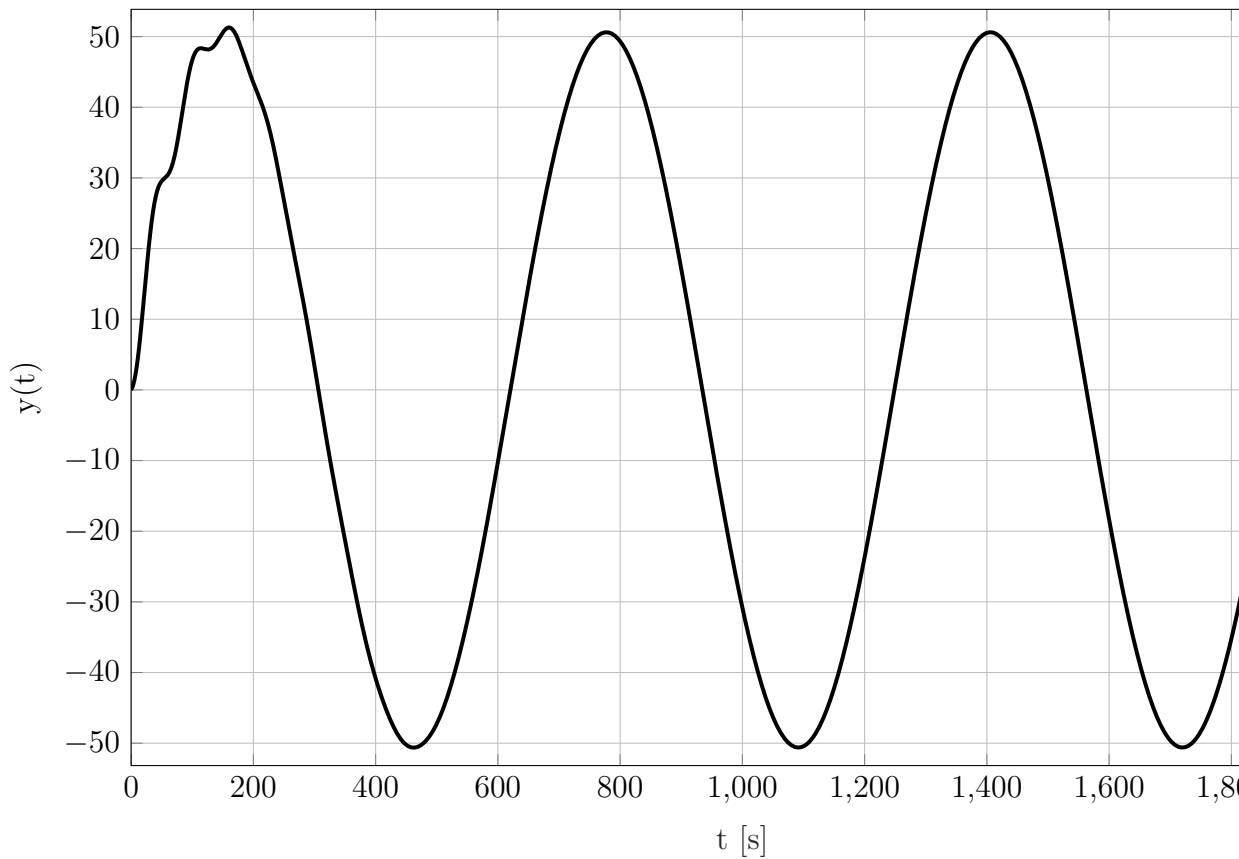


Abbildung 1.3: Die ist eine Figure aus MATLAB umgewandelt mit MATLAB2TIKZ

1.3.5 Inhaltsverzeichnis

Das Inhaltsverzeichnis wird automatisch durch \LaTeX erstellt. Dazu schreibt das Programm bei jedem Compilierungslauf sog. **aux**-Dateien (auxiliary), die alle für das Inhaltsverzeichnis wichtigen Elemente enthalten. Diese Dateien werden dann beim nächsten Compilieren mit eingebunden. Das gleiche passiert mit allen Referenzen auf Abbildungen, Formeln, etc. Eine leicht vereinfachte, aber intuitive Erklärung besteht darin, dass sich \LaTeX gewissermaßen Notizen macht während es Ihren Text von oben nach unten durchließt. Beim zweiten Durchgang enthält der Notizblock die Information, die zum Schließen der Verbindungen benötigt werden. Fast so, wie wenn Sie ein Vorlesungsskript studieren...

Tabelle 1: Eine wunderschöne Tabelle

	No.	Spalten		
		A	B	C
Zeilen	1	A1	B1	C1
	2	A2	B2	C2
	3	A3	B3	C3

1.3.6 Referenzen

Man kann auf Abbildungen wie die Abbildung 1.1, Gleichungen (1.2), oder ganze Abschnitte 1.3.1 verweisen. Sehen Sie, wie das geht? Hierin liegt die eigentliche Stärke des Programms!

Übrigens sind die Beschriftungen unter den Abbildungen nicht wie Titel kapitalisiert, weil es sich um Beschreibungen und nicht um Titel handelt.

1.3.7 Tables

Tabellen zu erzeugen ist so ziemlich das aufwändigste, was man beim Schreiben einer Arbeit in \LaTeX tun muss—und das sagt etwas über die Eleganz und Einfachheit von \LaTeX aus!

Bei genauem Hinschauen erkennt man, dass Tabelle 1 keine vertikalen und horizontale Trennstriche unterschiedlicher Linienstärken verwendet. So sollten Tabellen aussehen. Fühlt man sich in der Verlegenheit, vertikale Trennstriche einzusetzen, ist vermutlich das gesamte Tabellendesign nicht sonderlich gut leserlich.

Hier kann man sich über grundlegende Regeln für guten Tabellensatz informieren:

“*Tables in \LaTeX 2_ε: Packages and Methods*”.

2 Der wissenschaftliche Schreibstil

Die nachfolgenden Unterpunkte sind dem an der Universität Essen entwickelten Schreibtrainer entnommen, [2]. Dort kann ein Vielfaches an Informationen mehr rund um das Schreiben nachgeschlagen werden, was bitte als Ermunterung verstanden werden soll! Im Internet findet man den Schreibtrainer unter der Web-Adresse

<http://www.uni-essen.de/schreibwerkstatt/trainer>.

2.1 Korrektheit

Der sprachliche Ausdruck sollte so treffend wie möglich sein. Die Wörter dürfen weder umgangssprachlich noch Modewörter oder Füllwörter sein, hier können Wörterbücher eine Hilfe sein.

Die Regeln der Grammatik, der Rechtschreibung und der Zeichensetzung sind zu beachten. Texte, Sätze oder Wörter, die sprachlich falsch sind, können für den Leser missverständlich oder ärgerlich sein. Die Sätze in Schrifttexten müssen vollständig sein.

Dass die eigentlichen Ergebnisse (z.B. Experimente) auch korrekt wiedergegeben werden müssen (auch wenn es nicht so schön aussieht, wie eigentlich erwartet), ist selbstverständlich. Wer hier nicht wahrhaftig ist, schadet nicht nur sich selbst, sondern in gewisser Weise der ganzen Weiterentwicklung.

2.2 Verständlichkeit

Nicht alles, was richtig ist, ist auch verständlich. Die Verständlichkeit eines Textes muss aus der Perspektive des Lesers beurteilt werden: Seine Position, sein Vorwissen, sein Aufnahmevermögen sind zu bedenken. Formulierungen sollten so genau wie möglich, aber nicht genauer als nötig sein. Entsprechend sind

- solche Wörter zu wählen, die bekannt sind;
- vermutlich unbekannte, klärungsbedürftige Wörter so einzubinden, dass ihre Bedeutung sich aus dem Zusammenhang erschließt, sie zu definieren oder zu erklären;
- Sätze weder nebeneinander zu stellen noch zu verschachtelt zu bauen und
- abhängig von der Textsorte und der Länge des Textes Textkommentare einzufügen.

2.3 Argumentationweise

Der Gang einer Argumentation ist immer vom Thema und von der Textsorte abhängig. Um zunächst einen groben Textverlauf festzulegen, sollte man die folgenden sechs Fragen klären:

1. Was ist das Textziel?
2. Was ist der Textinhalt? Was wird warum eingegrenzt?
3. Was gehört nicht (mehr) zum Textinhalt, was wird ausgegrenzt?
4. Welche Teile des Textinhaltes gehören wie zusammen, wie ist die Struktur des Themas?
5. Welcher Teil des Textinhalts ist ein geeigneter Zielpunkt?
6. Welcher Teil des Textinhalts ist ein geeigneter Anfangspunkt?

Die sechs Fragen skizzieren die Möglichkeiten, die für eine Argumentation bestehen, sie legen den roten Faden fest. Sie zeigen deutlich, dass - selbst bei übereinstimmender Textsorte und übereinstimmendem Textziel - viele unterschiedliche Texte (Textverläufe) zu einem Thema denkbar sind. Um sich bewusst für einen Verlauf entscheiden zu können, ist es wichtig, das Thema und damit auch den Textinhalt genau zu analysieren.

2.4 Quellenangaben

Mit der wichtigste Unterschied zwischen wissenschaftlicher Schreibpraxis und dem Verfassen von anderen Texten ist die detaillierte Angabe der geistigen Quellen Ihrer eigenen Arbeit. Sie werden in der Anfangsphase der Arbeit ja diverse Bücher, Artikel, Konferenzbeiträge, Handbücher, etc. gelesen haben. Manche stellen sich als belanglos für Ihrer Arbeit heraus, aus anderen ergeben sich Ihre wesentlichen Ideen.

Grundsätzlich sind Sie dazu verpflichtet, all diese Quellen aufzuführen und die Stellen in Text zu markieren, die auf den Ergebnissen anderen beruhen (evtl. auch Ihren eigenen, falls Sie schon Veröffentlichungen gemacht haben, können Sie auch diese zitieren).

Das Zitat wird meist an einen Satz mit Komma angehängt, wobei in der Regel in den Ingenieurwissenschaften nicht wörtliche Zitate, die man dann noch durch Hervorhebung kennzeichnen sollte, genutzt werden, sondern die Umschreibung des Inhaltes in eigenen Worten erfolgt, was den Text dann verständlicher machen sollte.

Das Literaturverzeichnis befindet sich nach dem Schluss und vor dem Anhang. Hier werden alle Literaturstellen aufgeführt. L^AT_EX bietet hier viele Möglichkeiten der Automation, die im nächsten Kapitel noch genauer beschrieben werden.

2.5 Struktur

Jede schriftliche wissenschaftliche Arbeit beginnt mit einer Einleitung. Diese Einleitung

- führt in den abzuhandelnden Themenbereich ein,
- benennt das Thema,

- erörtert die zu behandelnde Fragestellung,
- erläutert die Zielsetzung,
- beschreibt die Vorgehensweise und
- skizziert den Aufbau der Arbeit.

Bitte bedenken Sie, dass es Leser gibt, die ausschließlich die Einleitung und den Schluss (Zusammenfassung und Ausblick) lesen und Ihre Arbeit diesen Lesern alle notwendigen Informationen in diesen Kapiteln zur Verfügung stellen muss, damit diese beurteilen können, ob die Arbeit überhaupt das Gesuchte enthält und ob ein Lesen des Hauptteils wirklich die erwarteten Erkenntnisse bringt. Tipp: Betrachten Sie Arbeiten anderer Autoren unter diesem Gesichtspunkt!

Der Hauptteil ist ebenfalls strukturiert aufzubauen, hier gibt es allerdings keine allgemeingültigen Gesetze. In Abhängigkeit davon, ob Sie eher theoretisch, methodisch oder experimentell gearbeitet haben werden Sie die Reihenfolge der Kapitel auswählen. Bitte überlegen Sie sich eine Gewichtung der Kapitel, die sich dann im Umfang widerspiegeln sollte und nicht immer proportional zu dem Arbeitsaufwand für das einzelne Problem ist. Z.B. kann Sie die Fehlersuche in einem Programm Wochen gekostet haben, die Sie aber bitte nicht in epischer Breite beschreiben!

Im Schlussteil steht eine Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse. Bitte schauen Sie sich dazu auch die Problemstellung, die Sie in der Einleitung formuliert haben noch einmal unter dem Aspekt an, ob Sie Divergenz feststellen. Bitte bringen Sie keine noch nicht erwähnten Erkenntnisse, Messungen, Methoden in der Zusammenfassung unter, alles muss schon im Hauptteil beschrieben sein.

Als letztes folgt der Ausblick, der mögliche Anschlussprojekte, unbeantwortete Fragestellungen, genauer zu betrachtende Themen aufführt. Scheuen Sie sich nicht, dort die Punkte zu nennen, die Ihnen während Ihrer Arbeit in den Sinn gekommen sind. Eine gute Arbeit zeichnet sich nicht zuletzt dadurch aus, dass sie mehr Fragen aufwirft als klärt!!

3 Schreiben am Institut für Regelungstechnik

3.1 Hardware-Ausstattung

Im Rechnerraum N1.059 stehen PCs für Studenten zur Verfügung, die generell sowohl für Berechnungen (meist mit MATLAB/SIMULINK) als auch für die Ausarbeitung des schriftlichen Teils genutzt werden können.

3.2 Verfügbare Software

Als geeignete L^AT_EX-Editoren haben sich

- TeXnicCenter
- Texmaker
- TeXStudio
- Visual Studio Code + LatexWorkshop

bewährt. Prinzipiell kann jeder Editor (z.B. LED) genutzt werden. Damit haben Sie die richtigen Einstellungen zum Kompilieren und es sollte eine pdf-datei mit ihrer Arbeit erzeugt werden. Ist dies nicht der Fall, überprüfen Sie Ihre Einstellungen, ob die Pfade zu den Programmen zur Nachbereitung und des Viewers stimmen.

3.3 Zitate aus der Literatur-Datenbank

Das Institut verfügt über eine gemeinsame Literatur-Datenbank, in der eine Vielzahl der Bücher und Artikel, die Sie zitieren wollen, wahrscheinlich bereits enthalten sind. Das entsprechende bib-file, welches Sie mit Ihrem L^AT_EX-Editor oder einem Literaturverwaltungstool wie beispielsweise "jabref" öffnen können, finden Sie unter `S:\ICS Library\ics.bib`. Fragen Sie Ihren Betreuer/Betreuerin nach der aktuellsten Version und kopieren Sie diese in das Hauptverzeichnis Ihrer Arbeit.

Prüfen Sie, ob Ihre Literaturstelle enthalten ist. Dann können Sie einfach das L^AT_EX-Kürzel in den entsprechenden Befehl einfügen. Durch den Verweis auf die Bib_TE_X-Datei wird dann das Literaturverzeichnis automatisch erstellt. Hierfür müssen Sie `biber` aufrufen.

Sollte das von Ihnen gewünschte Zitat noch nicht in der Literaturdatenbank aufgeführt sein, sprechen Sie bitte mit Ihrem Betreuer. Wir sind bemüht, die Datenbank um für uns wichtige Dokumente zu erweitern und die Tatsache, dass die Literaturstelle von Ihnen ausgewählt wurde, spricht schon für die Wichtigkeit! Wir werden das dann in der Regel übernehmen und somit können Sie auch "Ihr" Zitat dann in der Datenbank finden. Es empfiehlt sich, die Literaturliste bereits bei Beginn der Niederschrift mit dem Stand der Datenbank zu vergleichen, damit zusätzliche Einträge oder Änderungen nicht in letzter Minute noch eingepflegt werden müssen. Es ist immer Hilfreich dem Betreuer vollständige

Angaben zur Literaturstelle zu machen: Titel, Autoren, Datum, DOI, vielleicht sogar ein PDF!

3.4 Binden der Arbeit

Am Arbeitsbereich gibt es die Möglichkeit, die fertige Arbeit zu drucken und zu binden. Dazu fertigt man in der Regel drei Exemplare an (für den Betreuer, den Professor und sich selbst), ggf. aber auch mehr. Nachdem der Titel der Arbeit endgültig festgelegt ist, wird dieser von Ihrem Betreuer in die Literaturdatenbank des Arbeitsbereiches eingetragen.

Ihre Arbeit wird in der korrekten Reihenfolge gedruckt. Vorne kommt eine Klarsichtfolie davor und dahinter eine Kartonseite.

Im Gegensatz zu einer Leimbindung, die auf den ersten Blick sehr elegant aussieht, hat die Klammerbindung den unschätzbaren Vorteil, dass sie auch nach Jahren nicht auseinander fällt. Suchen Sie sich die Klammern in der richtigen Größe aus dem Regal im Computerpool und nutzen Sie die großen Heftklammerapparate. Danach sollten Sie den Rücken der Arbeit noch mit Gewebeband umkleben, unter dem die Klammern dann verschwinden. Sie finden sicherlich Anschauungsmaterial in Form alter Arbeiten in der Bibliothek.

Zur Abgabe ist auch eine CD/DVD, mit Ihrer Arbeit als pdf und allen wichtigen Dateien, nötig. Bitte ordnen Sie diese übersichtlich, damit auch Jahre später noch jemand daraus schlau werden kann. Die CD/DVD wird mit einer Papierhülle hinten in Ihre Arbeit geklebt.

Zu guter Letzt, denken Sie daran die Eigenständigkeitserklärung zu unterschreiben, bevor Sie die Arbeit abgeben.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegenden Text gibt Studentinnen und Studenten, die am Beginn der Niederschrift Ihrer Bachelor- oder Masterarbeit am Arbeitsbereich Regelungstechnik sind eine Anleitung, welche Punkte zu beachten sind, damit diese Arbeit gelingt.

Sicherlich wurden nicht alle Aspekte des Schreibens aufgeführt. Für weitere Fragen steht Ihnen ja Ihr Betreuer ebenso zu Verfügung. Nutzen Sie den Dialog nach der Korrektur einzelner Abschnitte als geeignetes Mittel zur Verbesserung Ihres schriftlichen Textes!

Literaturverzeichnis

- [1] H. Werner, *Control Systems Theory and Design: Lecture Notes*. 2014.
- [2] K.-D. Bunting, A. Bitterlich und U. Pospiech, *Schreiben im Studium: mit Erfolg: Ein Leitfaden ; mit CD-ROM*, Ser. Studium kompakt. Berlin: Cornelsen Scriptor, 2000, ISBN: 978-3589216901.