

# DIPLOMARBEIT

## FLUGMODELLMOTOR-PRÜFSTAND

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Anichstraße

---

Abteilung

**ELEKTRONIK UND TECHNISCHE INFORMATIK**

Ausgeführt im Schuljahr 2019/20 von:

Simon Jehle 5BHel

Patrick Krismer 5BHel

Betreuer/Betreuerin:

Dipl.-Ing. Christoph Schö-  
herr

Dipl.-Ing. Christian Fischer

Innsbruck, am 01.04.2020

---

Abgabevermerk:

Datum:

Betreuer/in:

## Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen Personen bedanken, die uns während der gesamten Diplomarbeit unterstützt haben und zu deren Gelingen beigetragen haben.

Bedanken möchten wir uns bei den **Fachlehrern** und **Professoren**, die uns durchgehend Ratschläge gaben ...

Ebenfalls möchten wir uns bei den **Mitarbeitern der Materialbeschaffung** bedanken. Durch die hervorragende Organisation in den Magazinen konnten alle nötigen Bauteile schnell erhalten werden.

Abschließend möchten wir uns auch recht herzlich bei **unseren Eltern** bedanken, die uns die gesamte Zeit emotionalen Rückhalt gaben ...

## Gendererklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

## Kurzfassung / Abstract

### Deutsch

Die vorliegende Diplomarbeit beschreibt die weitere Optimierung eines Elektromotor-Prüfstandes.

Ein bereits, aus vorherigen Diplomarbeiten unter der Aufsicht von Dipl. Ing Christian Fischer, vorhandener Prüfstand für Klein-Elektromotoren wird dahingehend vervollständigt, dass technische Mängel ausgebessert werden und der gesamte Messvorgang automatisiert abläuft.

Darunter fällt die Regelung der Drehzahl des Elektromotors und die Einstellung der mechanischen Belastung durch eine Wirbelstrombremse.

Gemessen werden die Eingangs- und Ausgangsleistung, die im Zusammenhang mit dem gemessenen Drehmoment den Wirkungsgrad des Motors ergeben.

Dies wird wiederum im Zusammenhang mit der Drehzahl und der mechanischen Belastung angezeigt, um den optimalen Wirkungsgrad des Motors ermitteln zu können.

Die Messungen werden

solln ma da noch genauer des mit Hallsensoren , Waage, und Led beschreiben?

in dem Embedded System **Aruino MEGA 2560** verarbeitet, der die Messwerte dann zu einem **Raspberry Pi 3B** sendet, welcher diese speichert und auf der Bedienweb-site in Tabellenform anzeigt.

solln ma schreiben dass es für an Flugzeug motor gemacht is?

### Englisch

## Kurzfassung / Abstract

Eine Kurzfassung ist in deutscher sowie ein Abstract in englischer Sprache mit je maximal einer A4-Seite zu erstellen. Die Beschreibung sollte wesentliche Aspekte des Projektes in technischer Hinsicht beschreiben. Die Zielgruppe der Kurzbeschreibung sind auch Nicht-Techniker! Viele Leser lesen oft nur diese Seite.

### Beispiel für ein Abstract (DE und EN)

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit verschiedenen Fragen des Lernens Erwachsener mit dem Ziel, Lernkulturen zu beschreiben, die die Umsetzung des Konzeptes des Lebensbegleitenden Lernens (LBL) unterstützen. Die Lernfähigkeit Erwachsener und die unterschiedlichen Motive, die Erwachsene zum Lernen veranlassen, bilden den Ausgangspunkt dieser Arbeit. Die anschließende Auseinandersetzung mit Selbstgesteuertem Lernen, sowie den daraus resultierenden neuen Rollenzuschreibungen und Aufgaben, die sich bei dieser Form des Lernens für Lernende, Lehrende und Institutionen der Erwachsenenbildung ergeben, soll eine erste Möglichkeit aufzeigen, die zur Umsetzung dieses Konzeptes des LBL beiträgt. Darüber hinaus wird im Zusammenhang mit selbstgesteuerten Lernprozessen Erwachsener die Rolle der Informations- und Kommunikationstechnologien im Rahmen des LBL näher erläutert, denn die Eröffnung neuer Wege zur orts- und zeit-unabhängiger Kommunikation und Kooperation der Lernenden untereinander sowie zwischen Lernenden und Lernberatern gewinnt immer mehr an Bedeutung. Abschließend wird das Thema der Sichtbarmachung, Bewertung und Anerkennung des informellen und nicht-formalen Lernens aufgegriffen und deren Beitrag zum LBL erörtert. Diese Arbeit soll einerseits einen Beitrag zur besseren Verbreitung der verschiedenen Lernkulturen leisten und andererseits einen Reflexionsprozess bei Erwachsenen, die sich lebensbegleitend weiterbilden, in Gang setzen und sie somit dabei unterstützen, eine für sie geeignete Lernkultur zu finden.

This thesis deals with the various questions concerning learning for adults with the aim to describe learning cultures which support the concept of live-long learning (LLL). The learning ability of adults and the various motives which lead to adults learning are the starting point of this thesis. The following analysis on self-directed learning as well as the resulting new attribution of roles and tasks which arise for learners, trainers and institutions in adult education, shall demonstrate first possibilities to contribute to the implementation of the concept of LLL. In addition, the role of information and communication technologies in the framework of LLL will be closer described in context of self-directed learning processes of adults as the opening of new forms of communication and co-operation independent of location and time between learners as well as between learners and tutors gains more importance. Finally the topic of visualisation, validation and recognition of informal and non-formal learning and their contribution to LLL is discussed. On the one hand this thesis shall assist the dissemination of different learning cultures and on the other hand set off a reflection process among adults, who are in the process of live long learning and therefore support them to find a suitable learning culture.

## Projektergebnis

Allgemeine Beschreibung, was vom Projektziel umgesetzt wurde, in einigen kurzen Sätzen. Optional Hinweise auf Erweiterungen. Gut machen sich in diesem Kapitel auch Bilder vom Gerät (HW) bzw. Screenshots (SW). Liste aller im Pflichtenheft aufgeführten Anforderungen, die nur teilweise oder gar nicht umgesetzt wurden (mit Begründungen).

Wenn ma manchen code (Überstrom, ...) bis 01.04 .no nit fertig hat, soll ma des da welassen, oder dazu schreiben dass bis ende der Diplomarbeit des fertig is?

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>9</b>
1.1	Organisation der Diplomarbeit . . . . .	10
1.2	Mindmap . . . . .	11
<b>2</b>	<b>VERTIEFENDE AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>12</b>
2.1	Simon Jehle . . . . .	12
2.2	Patrick Krismer . . . . .	12
<b>3</b>	<b>DOKUMENTATION DER ARBEIT</b>	<b>13</b>
3.1	MS1 - Motoransteuerung . . . . .	14
3.1.1	Drehzahleinstellung . . . . .	14
3.1.2	Programm ATmega8 . . . . .	14
3.1.3	Eingangsleistungsmessung . . . . .	15
	Messprinzip . . . . .	15
3.1.4	Schaltung . . . . .	16
	Schaltungsentwurf . . . . .	16
	Realisierung auf Lochrasterplatine . . . . .	17
3.1.5	Arduino-Programm . . . . .	17
3.2	MS2 - Ausgangsleistungsmessung . . . . .	18
3.2.1	Messprinzip . . . . .	18
	Ausgangsleistung - Berechnung . . . . .	19
3.2.2	Lichtschanke . . . . .	20
	Aufbaudiagramm . . . . .	20
	Programmcode zur Drehzahlmessung . . . . .	21
	RS232- zu 5V bzw. Serial-Wandlerschaltung . . . . .	21
	Schaltungsentwurf . . . . .	21
	Realisierung auf Steckbrett . . . . .	22
3.2.3	Kommunikationstest Waage - Arduino . . . . .	23
	Testaufbau . . . . .	23
	Testergebnis . . . . .	23
	Testprogramm . . . . .	24
3.3	MS2 - Wirbelstrom-Bremse . . . . .	25
3.4	MS3 - Serial Kommunikation zwischen Arduino und Raspberry Pi . . . . .	30
3.4.1	Blockdiagramm . . . . .	30
3.4.2	Programme . . . . .	30
	Arduino-Programm . . . . .	30
	Raspberry-Programm . . . . .	31
3.4.3	Kommunikationstest . . . . .	32
	Testaufbau . . . . .	32
	Testergebnis . . . . .	33
3.5	MS3 - Datenbank bzw. Datenspeicherung . . . . .	34
	Datensätze bzw. Zeilen . . . . .	34
	Datenfeldern bzw. Spalten . . . . .	34
	Kopfzeile . . . . .	34
3.6	MS4 - Messaktivierung . . . . .	35
3.7	MS4 - Website-Informationsinterface . . . . .	35

3.8	MS5 - Professionalisierung des Aufbaues mit Platinen und Bedienpult	36
3.9	MS5 - Automatischer Überstromschutz	36
3.10	Verwendete Technologien und Entwicklungswerkzeuge	37
	Arduino MEGA2560	37
	AD633JN Analogmultiplizierer	38
	MAX680CPA+ Ladungspumpe	38
	Kern 440-51N Präzisionswaage	39
	Lichtschranke	39
	Raspberry Pi	39
<b>4</b>	<b>Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit</b>	<b>40</b>
<b>I</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>41</b>
<b>II</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>42</b>
<b>III</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>44</b>
<b>IV</b>	<b>Abkürzungs- und Symbolverzeichnis</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Anhang</b>	<b>46</b>
A.1	Pflichtenheft (optional)	46
A.2	Schlussfolgerung / Projekterfahrung	46
A.3	Projektterminplanung	46
A.4	Arbeitsnachweis Diplomarbeit	47
	Tabelle: Arbeitsaufstellung	47
A.5	Datenblätter (optional)	47
A.6	Technische Zeichnungen (optional)	47



## 1 EINLEITUNG

In der Einleitung wird erklärt wieso man sich für dieses Thema entschieden hat. (Zielsetzung und Aufgabenstellung des Gesamtprojekts, fachliches und wirtschaftliches Umfeld)

### Allgemein

Elektromotoren sind allgegenwärtig. Von der Entdeckung 1820 durch 'Hans Christian Ørsted' bis hin zu den Teslas, die schon unsere heutigen StraSSen befahren. Sie sind aus dem heutigen Leben nicht mehr wegzudenken. Darum ist es von höchstem Interesse ihr Funktionalität maximal ansnutzen zu können. Ob nun hohe Drehzahl, groSSes Drehmoment, erhebliche Energieeffizienz oder geringer mechanischer VerschleiSS das Ziel ist, all das geht allein von den Informationen die über beschriebenes Gerät vorhanden sind aus. Deshalb ist es von groSSer Wichtigkeit Messungen mit hoher Genauigkeit und Fehlerfreiheit garantieren zu können. Dies ist das Hauptziel der folgenden Diplomarbeit.

### Zur Geschichte des Prüfstandes

Der vorliegende Elektromotorprüfstand entstand bereits im Schuljahr 2014/15 **stimmt des und weist du welche schüler des waren?** und wurde von einer Diplomarbeitgruppe der Abteilung Maschinenbau geplant und konstruiert.

Im Schuljahr 2016/17 wurde er dann von den Schülern Mahlkecht Lukas und Schöffmann Manuel aus der Abschlussklasse 5AHWII unter Verwendung des Gerätes und Software 'LabVIEW' weiterentwickelt.

Jedoch waren zu diesem Zeitpunkt die Messergebnisse durch unkontrollierbare Spannungsspitzen in der Versorgung des Motors stark fehlerbehaftet und deshalb unbrauchbar.

Durch eine weiteroptimierung wird **und nit 'soll', oder?** dieses Problem behoben. AuSSerdem wird der gesamte Messvorgang automatisiert ablaufen um die Genauigkeit der Messungen zu steigern und den durchführenden Prüfer zu entlasten.

### Wahl dieser Diplomarbeit

Die weitere Optimierung des Elektromotorprüfstandes wurde ausgewählt, da sie die Verwendung von Software sowie Hardware verbindet und ein weites Spektrum der in der bisherigen schulischen Laufbahn gelernten Fähigkeiten zur Anwendung bringt. Zudem fanden beide **Teilnehmer der Diplomarbeitgruppe (kann man das so sagen?)** den theoretischen sowie praktischen Einsatz von Elektromotoren äusserst spannend.

## 1.1 Organisation der Diplomarbeit

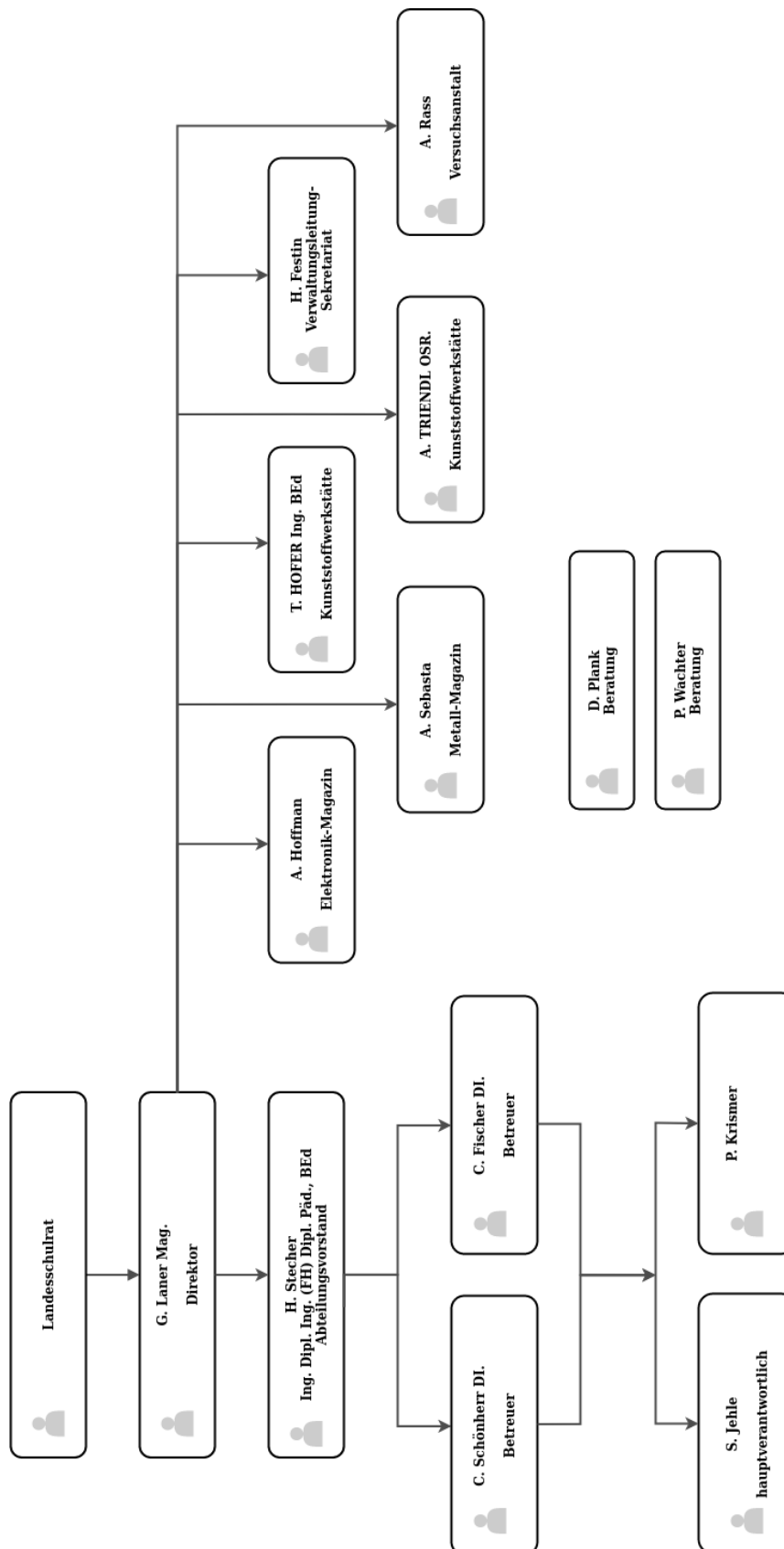


Abbildung 1: Organisation der Diplomarbeit

## 1.2 Mindmap

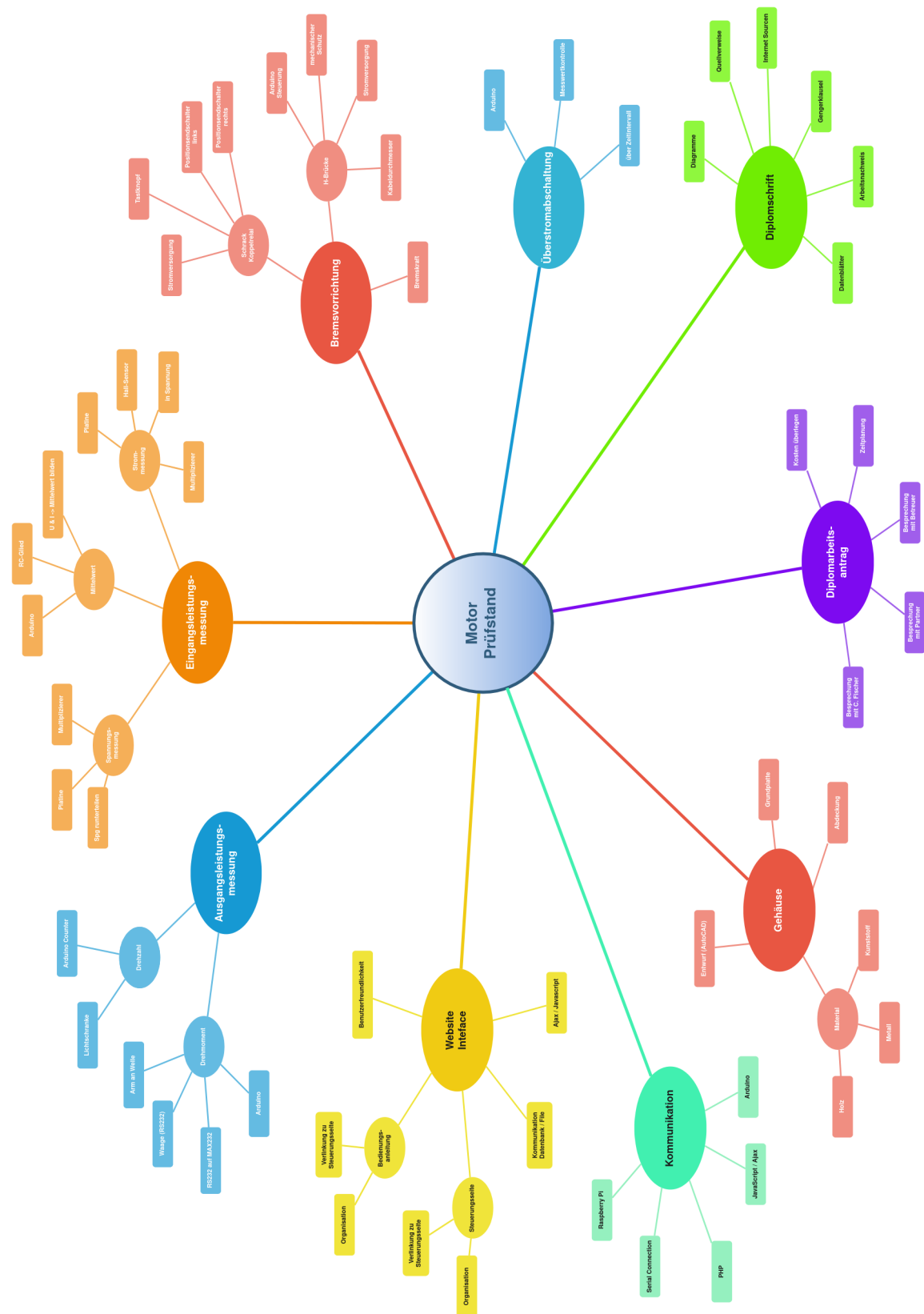


Abbildung 2: Mindmap der Diplomarbeit

## 2 VERTIEFENDE AUFGABENSTELLUNG

### 2.1 Simon Jehle

Vertiefende Aufgabenstellung laut Antrag: **Messdatenerfassung**

### 2.2 Patrick Krismer

Vertiefende Aufgabenstellung laut Antrag: **Ablaufsteuerung**

## 3 DOKUMENTATION DER ARBEIT

Es werden die Projektergebnisse dokumentiert.

- Grundkonzept
- Theoretische Grundlagen
- Praktische Umsetzung
- Lösungsweg
- Alternativer Lösungsweg
- Ergebnisse inkl. Interpretation

Weitere Anregungen:

- Fertigungsunterlagen
- Testfälle (Messergebnisse...)
- Benutzerdokumentation
- Verwendete Technologien und Entwicklungswerkzeuge