



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 Schön-herr

Dipl.-Ing. Christian Fischer

Innsbruck, am 01.04.2020

Abgabevermerk:

Betreuer/in:

Datum:



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** der HTL-Anichstraße, die uns durchgehend Ratschläge gaben und Räume sowie Geräte zur Verfügung gestellt haben

Kimmt der Fischer da jetzt einei oder nit ??

XH will nit eini hat er gesagt.

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 lang unterstützt haben und uns den erforderlichen emotionalen Rückhalt gaben den wir zum Durchhalten benötigt haben.



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 Verbesserung eines Elektromotor-Prüfstandes.

Ein bereits aus vorherigen Diplomarbeiten, unter der Aufsicht von Dipl. Ing. Christian Fischer, vorhandener Prüfstand für Klein-Elektromotoren wird dahingehend verändert, 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 wird die das Drehmoment und die Drehzahl des Motors, sodass die Ausgangsleistung berechnet werden kann, sowie die Eingangsleistung, sodass der **Wirkungsgrad** des Motors berechnet werden kann.

Dieser wird wiederum im Zusammenhang mit der **Drehzahl** und der **mechanischen Belastung** angezeigt, um den Wirkungsgrad des Motors bei verschiedenen Bedingungen ermitteln zu können.

Die Messungen werden durch diverse Bauteile wie Hallsensoren, einer Waage, einer Lichtschranke und weiteren durchgeführt. Die Rohdaten werden in dem 'Embedded System' **Arduino MEGA 2560** verarbeitet. Dieser sendet dann die Messwerte zu einem **Raspberry Pi**, welcher sie auf der Bedienwebseite in Tabellenform anzeigt und, falls ein Messdurchgang durchgeführt wird, die Werte speichert.

Der Prüfstand ist insbesondere für den DC-Elektromotor: **Dualsky XM6360EA-10 Outrunner Brushless Motor** konzipiert. Dieser wird als Antrieb für den Propeller eines RC-Modellflugzeuges verwendet.



Englisch

This thesis describes the further improvement of an Electromotor-testing-bench. An already existing testing bench, from previous theses under the supervision by Dipl. Ing. Christian Fischer, is being changed, for an improvement of technical faults and for the automatisation of the entire measuring-process.

This includes the controlling of the rotational speed of the motor and the adjustment of the mechanical load, using an eddy current brake. Measurements are being taken of the torque and the rotational speed of the motor, which are being used for calculating the output-power, and the input-power, with which the **efficiency factor** of the motor can be calculated.

This factor is, like the **rotational speed** and the **mechanical load**, displayed, to work out the efficiency factor of the motor at different conditions.

The measurements are being carried out by various components, like Hall-sensors, a scale, a photoelectric barrier and others. The raw measurements are being processed in the 'Embedded System' **Arduino MEGA 2560**. It sends the processed measurements to a **Raspberry Pi**, which displays them on the Interface-Website in table-form and, if a measuring-process is being carried out, saves the measured values.

The testing bench was developed with the **Dualsky XM6360EA-10 Outrunner Brushless Motor** in mind. This motor is being used as the drive for an RC model airplane.

Grafische Veranschaulichung

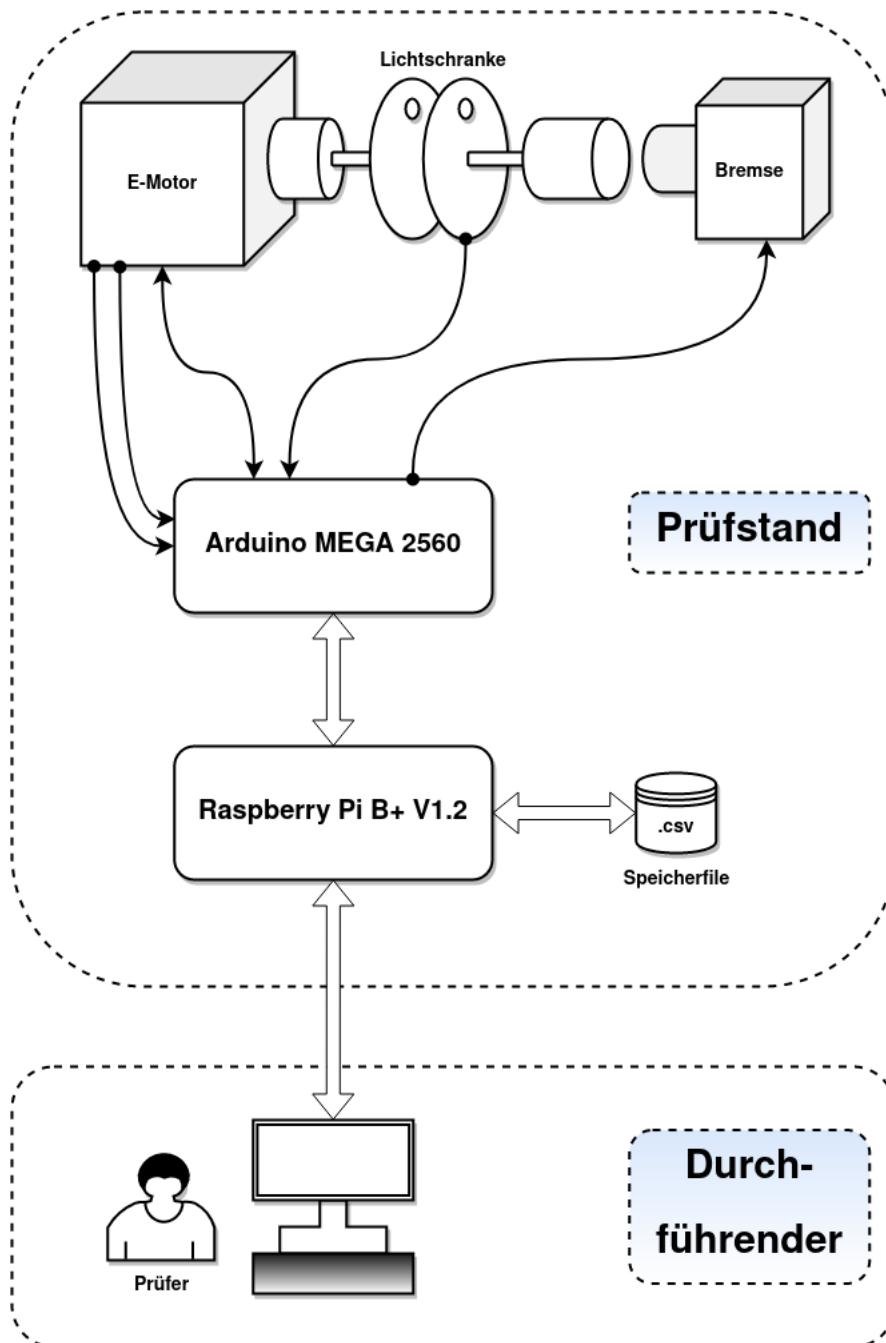


Abbildung 1: Kurzfassung - grafische Veranschaulichung



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).

Schreib du des bitte weiter, i woas nit was alls da is und was nit

wia XH in blau sagt, vielleicht die Meilensteine eini und dann schreiben was da is und was davon nit.

- A Steuerung des Brushless-DC-Elektromotors
- B Aufbau für Messung der Eingangsleistung
- C Aufbau für Messung der Ausgangsleistung
- D Aufbau für Messung der Drehgeschwindigkeit
- E Messung des Drehmomentes
- F Aufbau fer Steuerung für Schlittens der Wirbelstrombremse
- G Webseite für Steuerung und Messwertentnahme
- H Webseite für Bedienung
- I Speicherung der Messwerte in .csv-File

Möglichkeiten zur Erweiterung

Zu G Darstellung der Messwerte in Diagrammform (HTML/CSS)

Wegen der Covid-19 - Pandemie 2020 war es nicht möglich alle Bereiche fertigzustellen. So wurde der gemeinsame Aufbau diverser Geräte am Prüfstand nicht umgesetzt und auch jegliche Testmessungen konnten nicht durchgeführt werden.



Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	10
1.1 Organisation der Diplomarbeit	11
1.2 Mindmap	12
2 VERTIEFENDE AUFGABENSTELLUNG	13
2.1 Simon Jehle	13
2.2 Patrick Krismer	13
3 DOKUMENTATION DER ARBEIT	14
3.1 MS1 - Motoransteuerung	15
3.1.1 Drehzahleinstellung	15
3.1.2 Programm ATmega8	15
3.2 MS1 - Eingangsleistungsmessung	16
Messprinzip	16
3.2.1 Schaltung	17
Schaltungsentwurf	17
Realisierung auf Lochrasterplatine	18
3.2.2 Arduino-Programm	18
3.3 MS2 - Ausgangsleistungsmessung	19
3.3.1 Messprinzip	19
Ausgangsleistung - Berechnung	20
3.3.2 Lichtschranke	21
Aufbaudiagramm	21
Programmcode zur Drehzahlmessung	22
RS232- zu 5V bzw. Serial-Wandlerschaltung	22
Schaltungsentwurf	22
Realisierung auf Steckbrett	23
3.3.3 Kommunikationstest Waage - Arduino	24
Testaufbau	24
Testergebnis	24
Testprogramm	25
3.4 MS2 - Wirbelstrom-Bremse	26
3.5 MS3 - Serial Kommunikation zwischen Arduino und Raspberry Pi	31
3.5.1 Blockdiagramm	31
3.5.2 Programme	31
Arduino-Programm	31
Raspberry-Programm	32
3.5.3 Kommunikationstest	33
Testaufbau	33
Testergebnis	34
3.6 MS3 - Datenbank bzw. Datenspeicherung	35
Datensätze bzw. Zeilen	35
Datenfeldern bzw. Spalten	35
Kopfzeile	35
3.7 MS4 - Messaktivierung	36
3.8 MS4 - Website-Informationsinterface	37



3.9 MS5 - Professionalisierung des Aufbaues mit Platinen und Bedienpult	42
3.10 MS5 - Automatischer Überstromschutz	42
3.11 Verwendete Technologien und Entwicklungswerkzeuge	43
Arduino MEGA2560	43
AD633JN Analogmultiplizierer	44
MAX680CPA+ Ladungspumpe	44
Kern 440-51N Präzisionswaage	45
Lichtschranke	45
Raspberry Pi	45
3.11.1 Kostenrechnung	46
4 Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit	47
I Abbildungsverzeichnis	48
II Tabellenverzeichnis	49
III Literaturverzeichnis	51
IV Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	52
5 Anhang	53
A.1 Pflichtenheft (optional)	53
A.2 Schlussfolgerung / Projekterfahrung	53
A.3 Projektterminplanung	53
Meilensteine	53
A.4 Arbeitsnachweis Diplomarbeit	54
Tabelle: Arbeitsaufstellung	54
A.5 Datenblätter (optional)	54
A.6 Technische Zeichnungen (optional)	54



1 EINLEITUNG

Elektromotoren

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 ansutzen 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 das beschriebene Gerät vorhanden sind, aus. Von großer Wichtigkeit ist es darum 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 und wurde von einer Diplomarbeitsgruppe, bestehend aus Auer Christian, Fill Wolfgang Markus und Prost Claudio aus der Abteilung Maschinenbau geplant und konstruiert.

Im Schuljahr 2016/17 wurde er dann von den Schülern Mahlknecht Lukas und Schöffmann Manuel aus der Abschlussklasse 5AHWII unter Verwendung des Gerätes '**Texas Instruments - NI myDAC**' und Software '**LabVIEW**' weiterentwickelt.

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

Durch eine weiteroptimierung wird 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 Mitglieder der Dilpomarbeitsgruppe den theoretischen sowie praktischen Einsatz von Elektromotoren äußerst spannend.

1.1 Organisation der Diplomarbeit

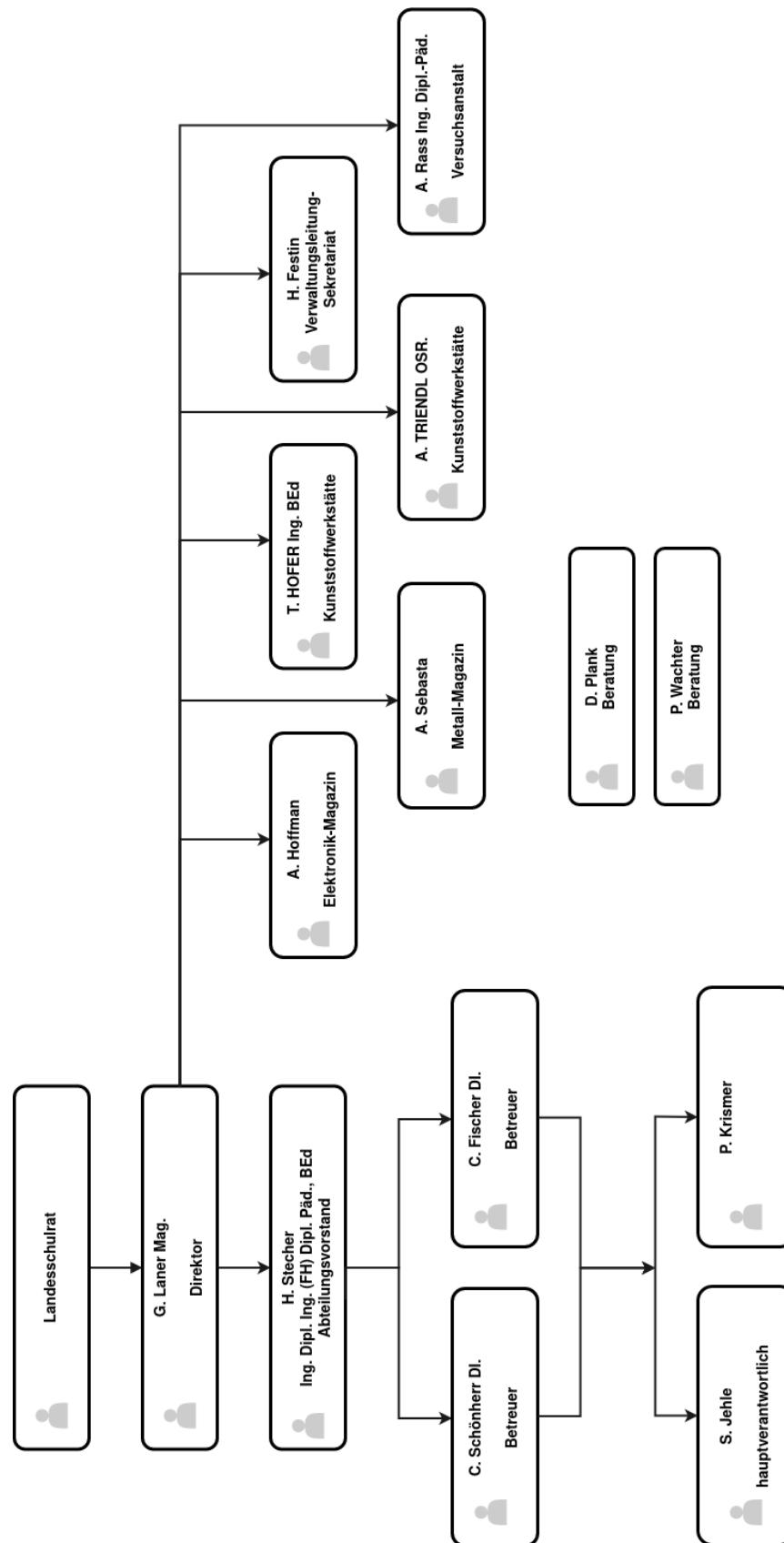


Abbildung 2: Organisation der Diplomarbeit

1.2 Mindmap

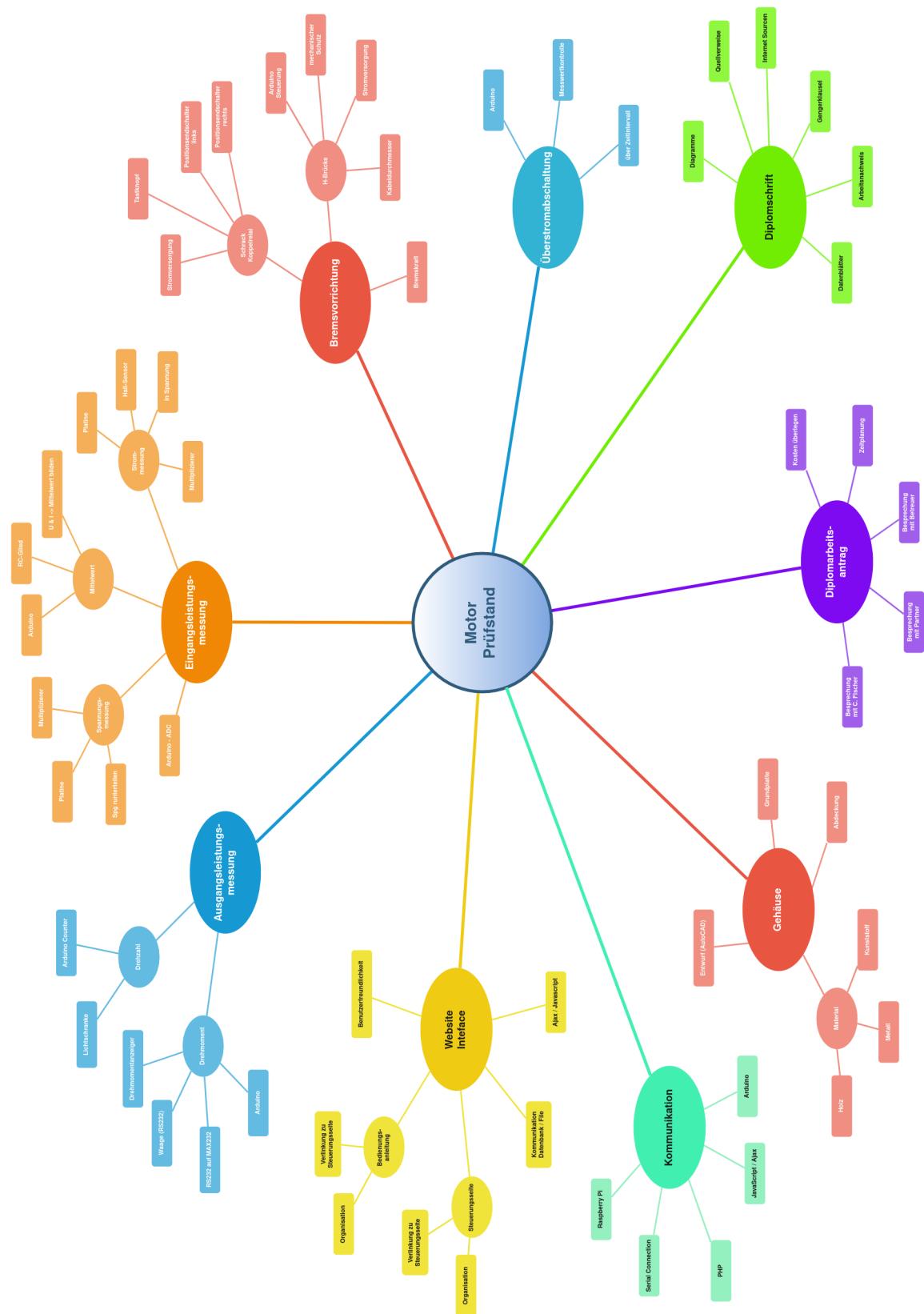


Abbildung 3: Mindmap der Diplomarbeit



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

3.1 MS1 - Motoransteuerung

3.1.1 Drehzahleinstellung

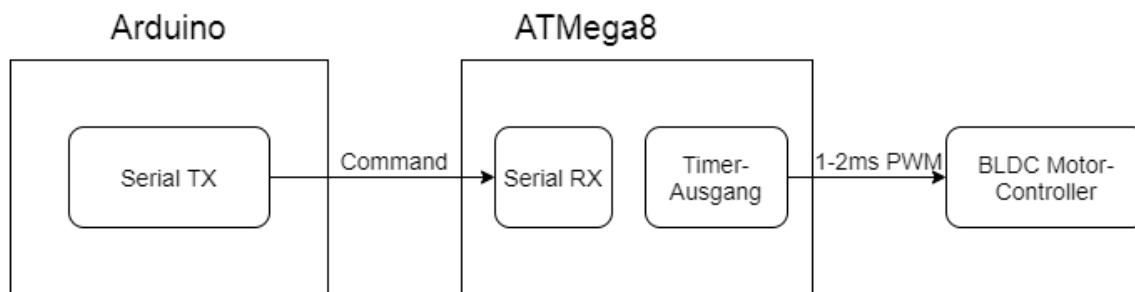


Abbildung 4: Blockdiagramm Drehzahleinstellung

3.1.2 Programm ATmega8

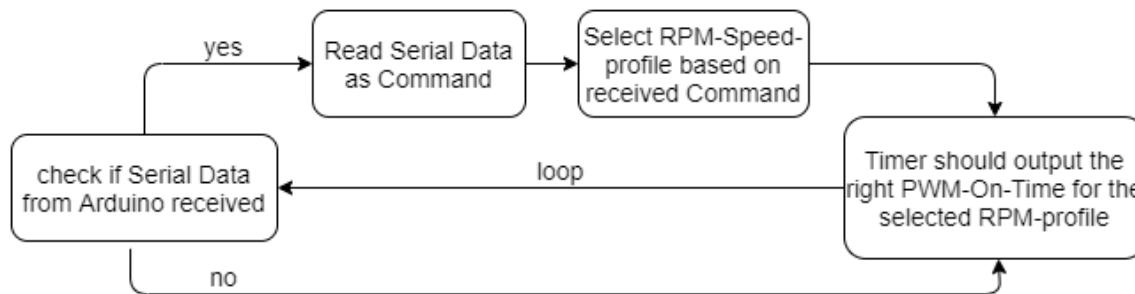


Abbildung 5: Flussdiagramm zum Programmcode vom ATmega8

3.2 MS1 - Eingangsleistungsmessung

Messprinzip

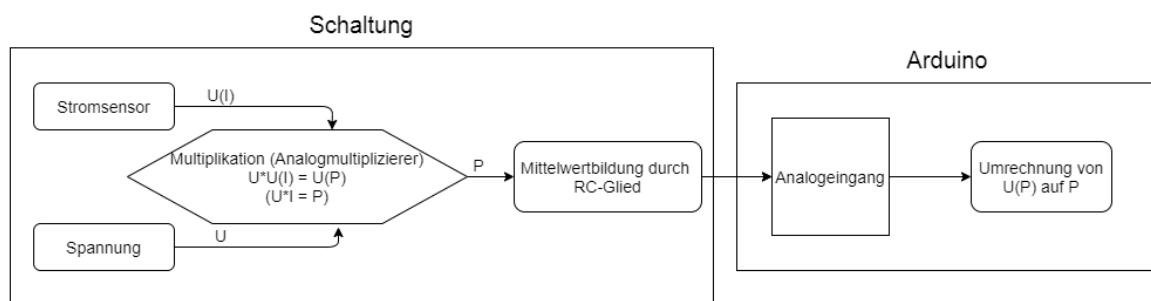


Abbildung 6: Eingangsleistungsmessung Prinzip

3.2.1 Schaltung

Schaltungsentwurf

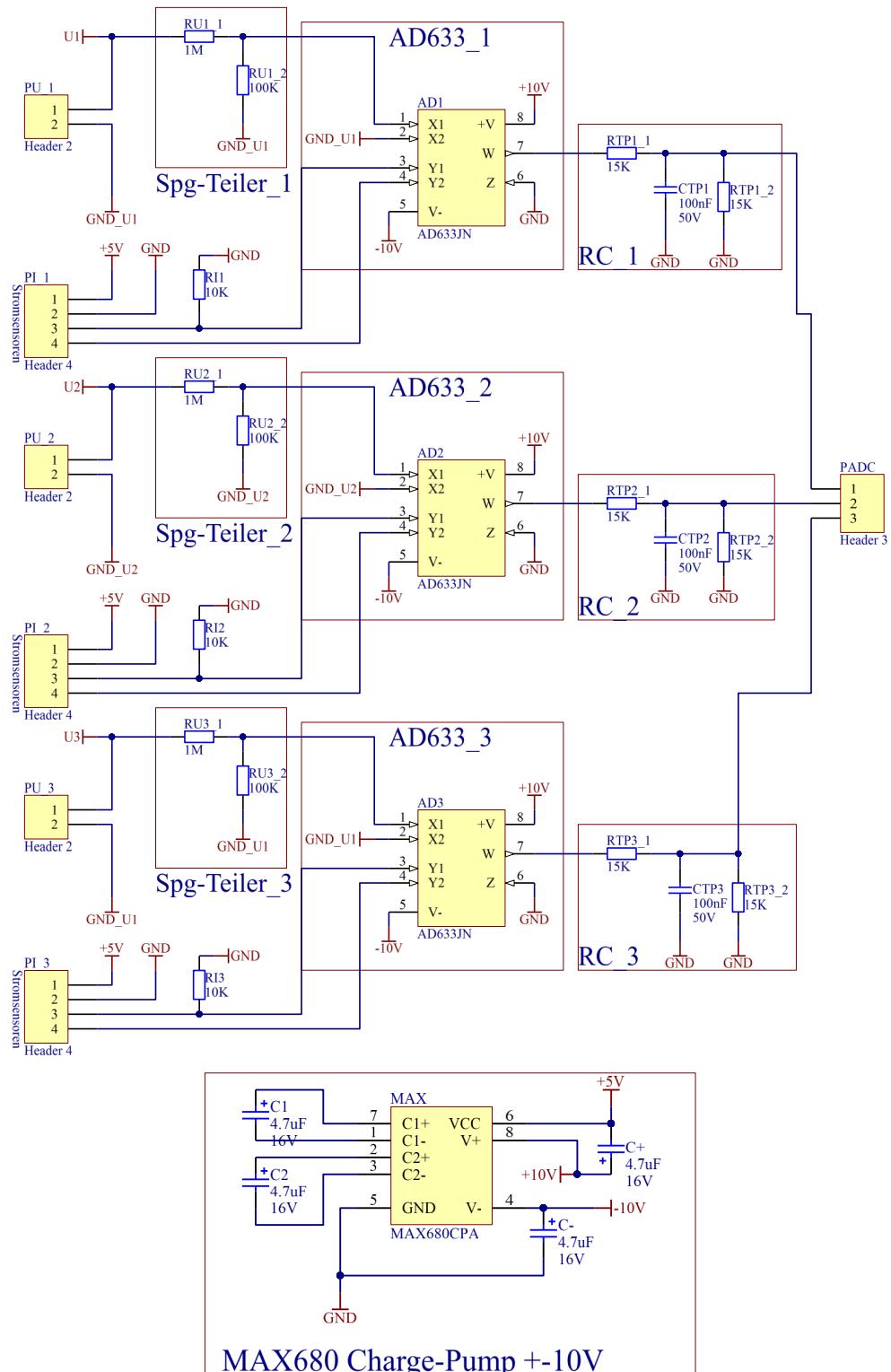


Abbildung 7: Schaltungsentwurf für die Eingangsleistungsmessung

Realisierung auf Lochrasterplatine

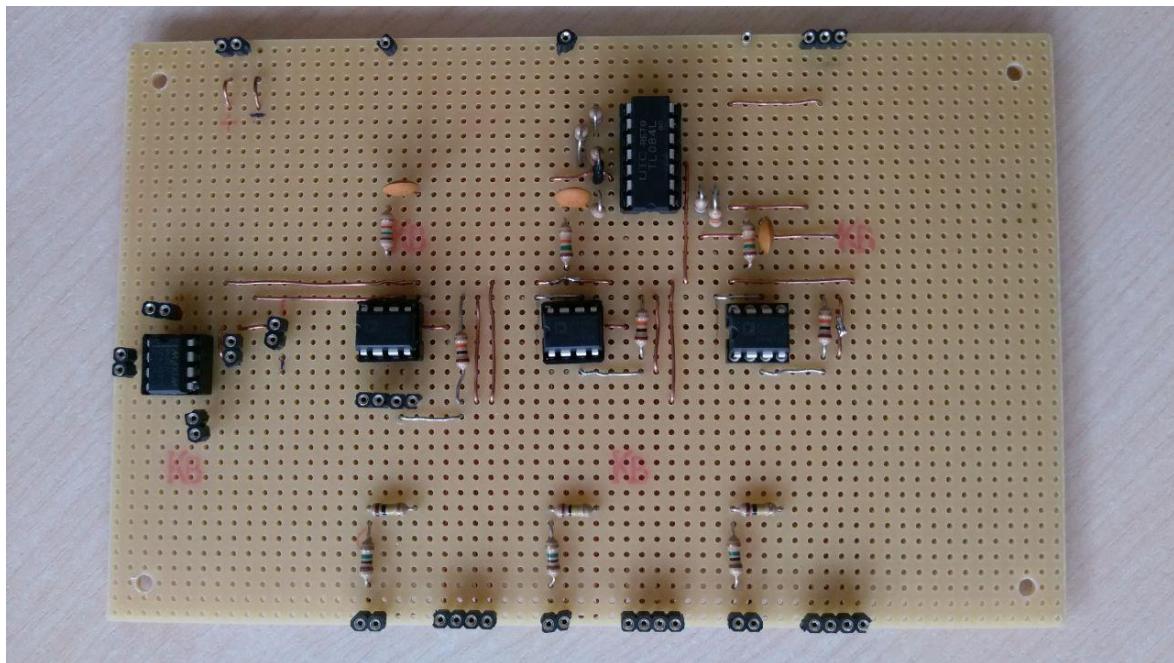


Abbildung 8: Foto der gelöteten Schaltung nach dem Schaltungsentwurf (+Vorverstärker für Ausgangsspannung) hier ohne Pumpkondensatoren für MAX680CPA+

3.2.2 Arduino-Programm

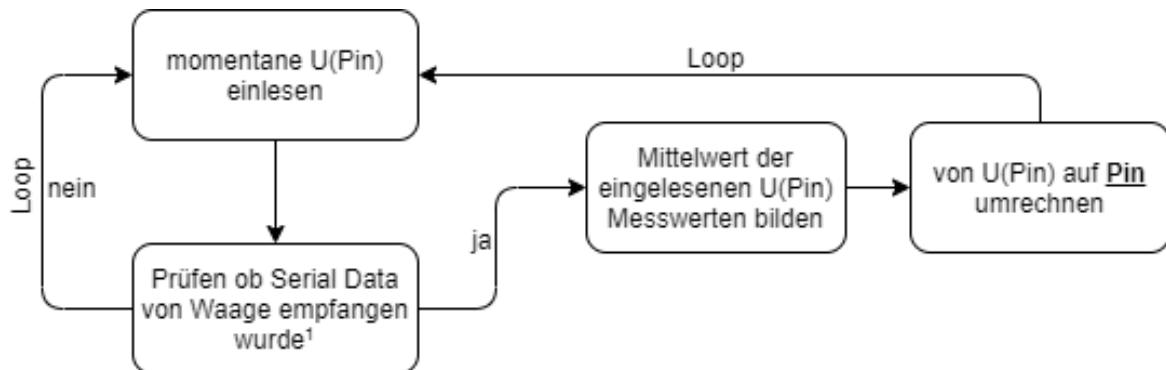


Abbildung 9: Flussdiagramm zum Programmablauf des Arduinos für die Eingangsleistungsmessung

¹Daten von einer Waage zu empfangen ist wichtig für die Ausgangsleistungsmessung → Wird im nächsten Kapitel gezeigt

3.3 MS2 - Ausgangsleistungsmessung

3.3.1 Messprinzip

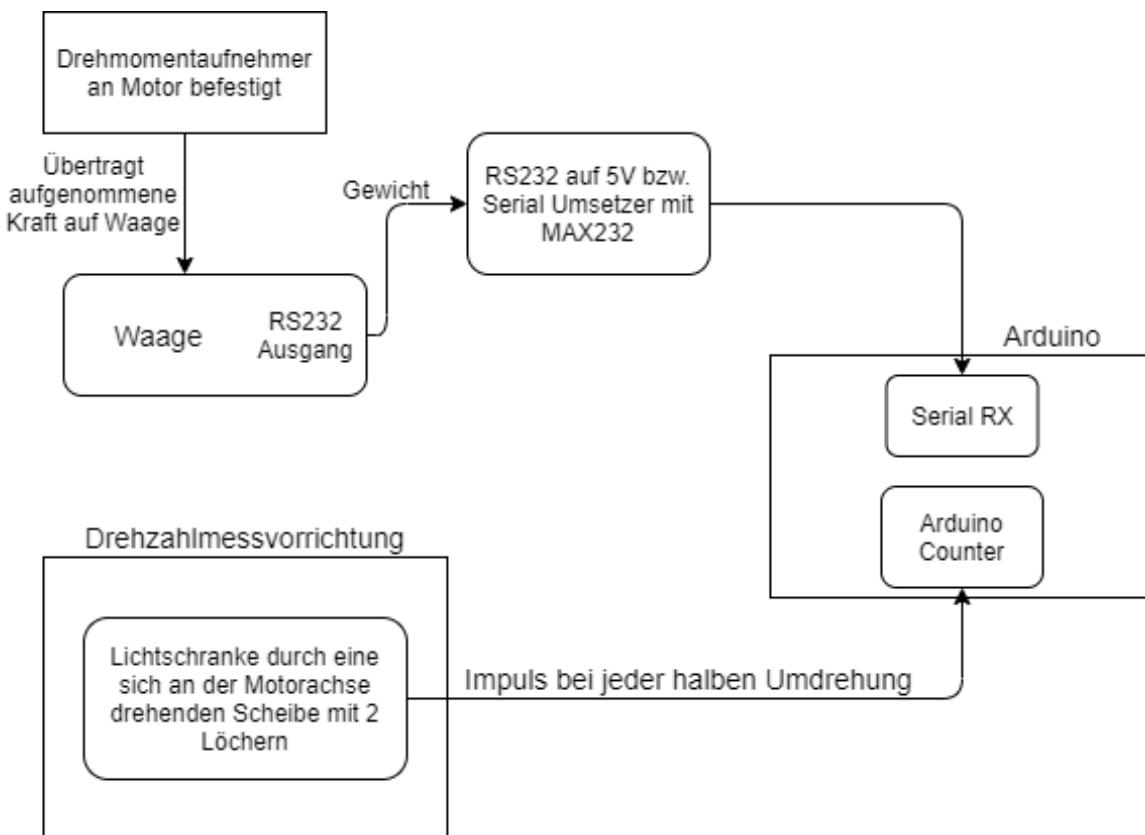


Abbildung 10: Blockschaltbild des Prinzips der Ausgangsleistungsmessung



Ausgangsleistung - Berechnung

Die Ausgangsleistung kann mit der folgenden Formel der rotatorischen Leistung errechnet werden:

$$P = M * \omega$$

$$M = l * F$$

$$\omega = 2 * \pi * f$$

P ... Leistung [W]

M ... Drehmoment [Nm]

ω ... Kreisfrequenz [$\frac{1}{s}$]

l ... Länge des Kraftübertragungsarms von Drehmomentaufnehmer auf Waage [m]

F ... Kraft (umgerechnet von Gewicht) [N]

f ... Frequenz [$\frac{1}{s}$]

3.3.2 Lichtschranke

Aufbaudiagramm

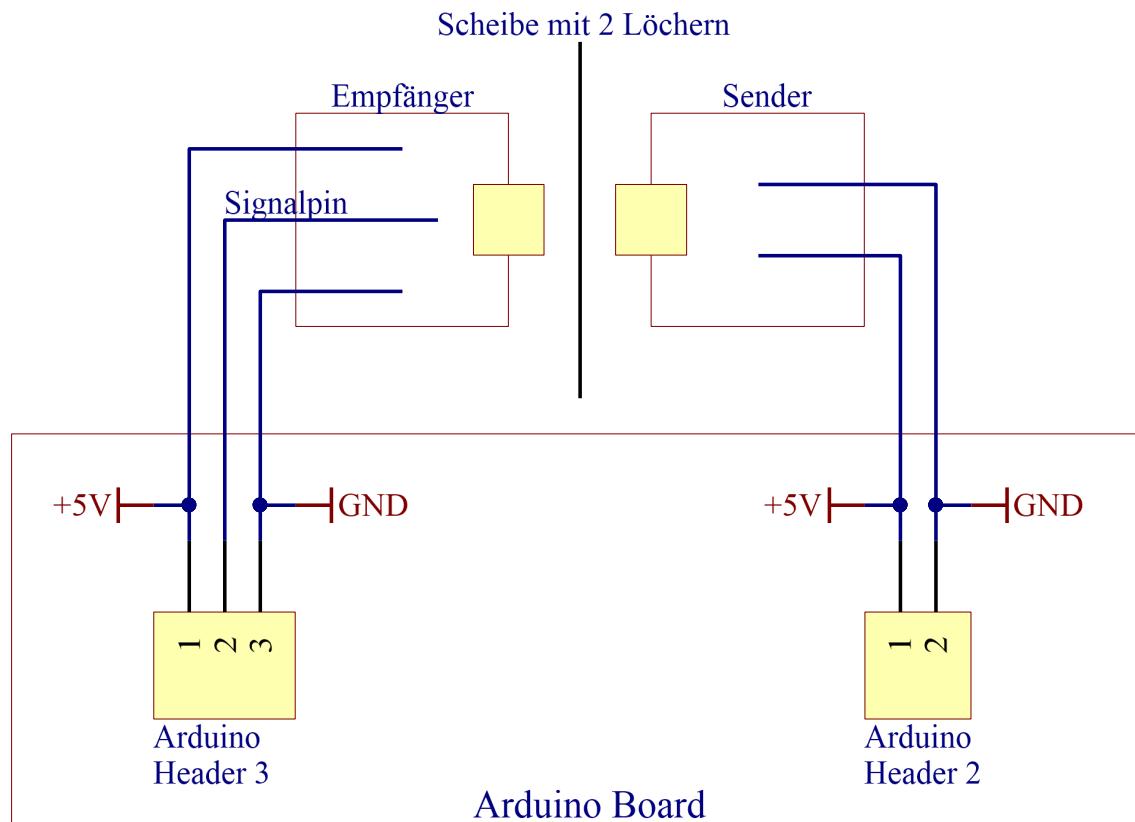


Abbildung 11: Aufbaudiagramm der Lichtschranke zur Drehzahlmessung

Programmcode zur Drehzahlmessung

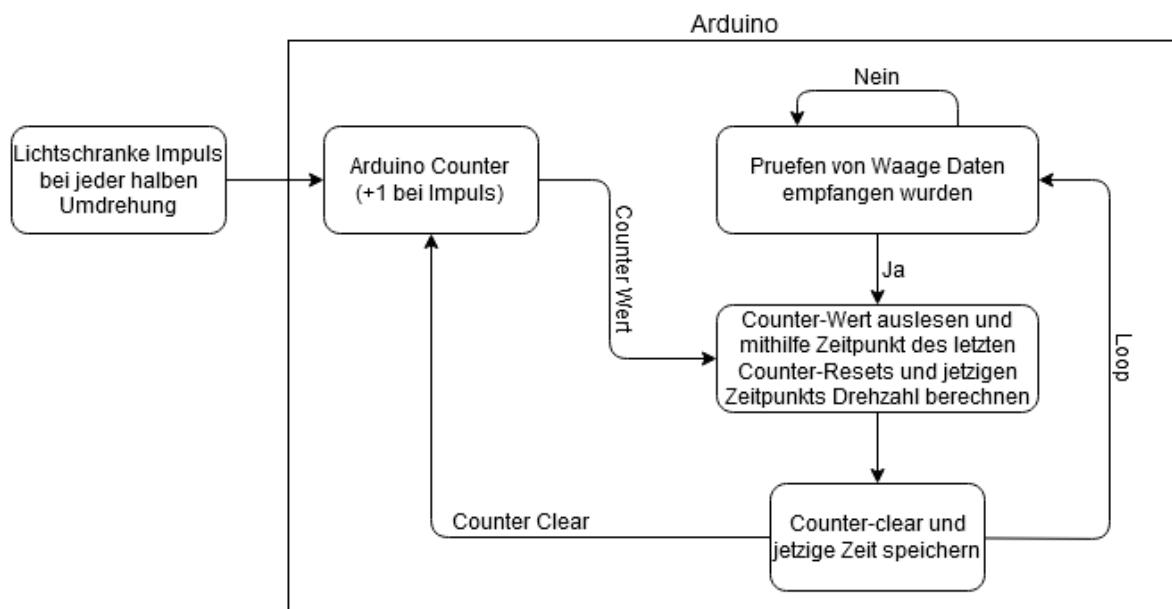


Abbildung 12: Aktivitätsdiagramm Drehzahlmessung mit Lichtschranke

RS232- zu 5V bzw. Serial-Wandlerschaltung

Schaltungsentwurf

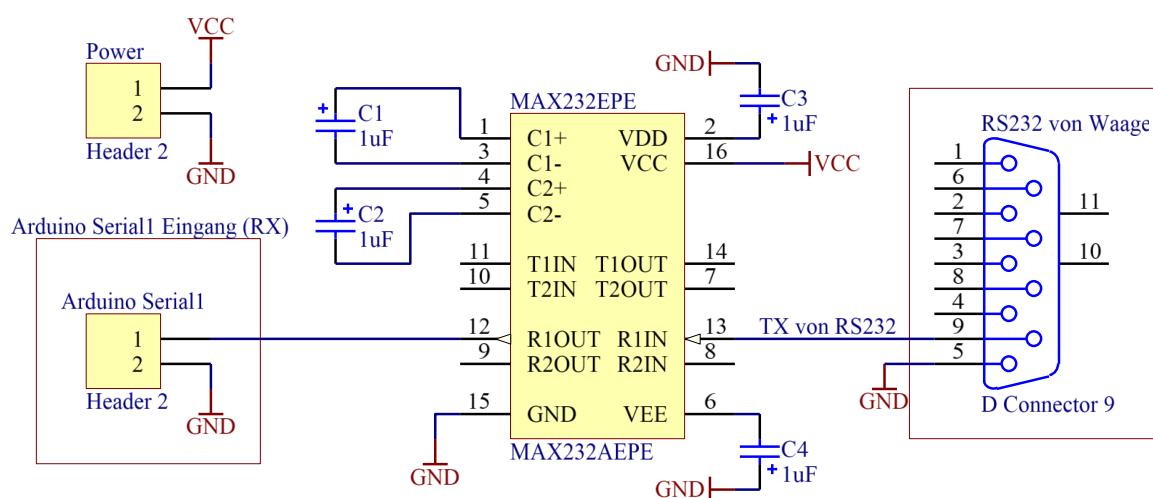


Abbildung 13: Schaltungsentwurf für die RS232 zu Serial-Übersetzerschaltung

Realisierung auf Steckbrett

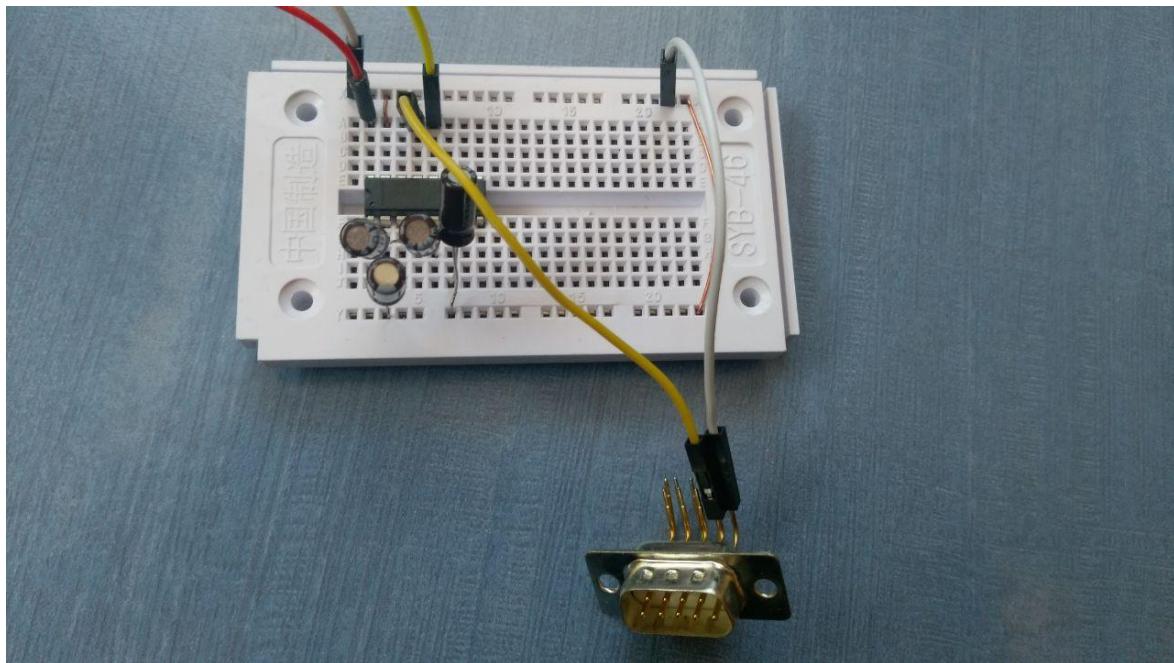


Abbildung 14: Foto der aufgebauten Schaltung nach Schaltungsentwurf

3.3.3 Kommunikationstest Waage - Arduino

Testaufbau

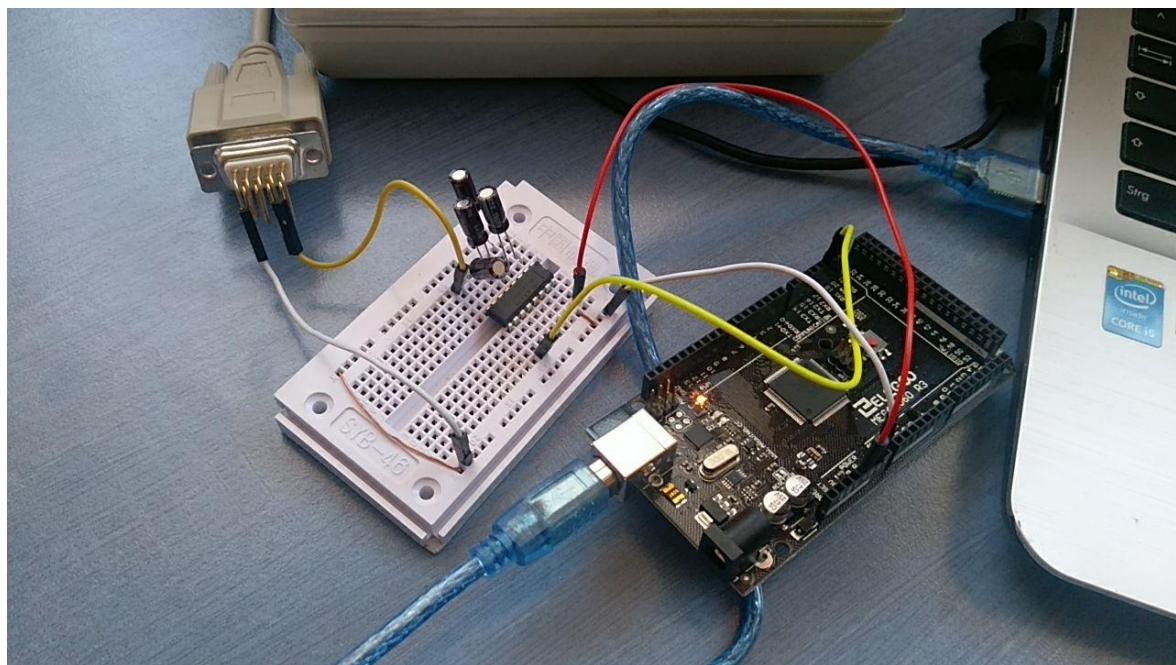


Abbildung 15: Testaufbau der Kommunikation mit der Waage

Testergebnis

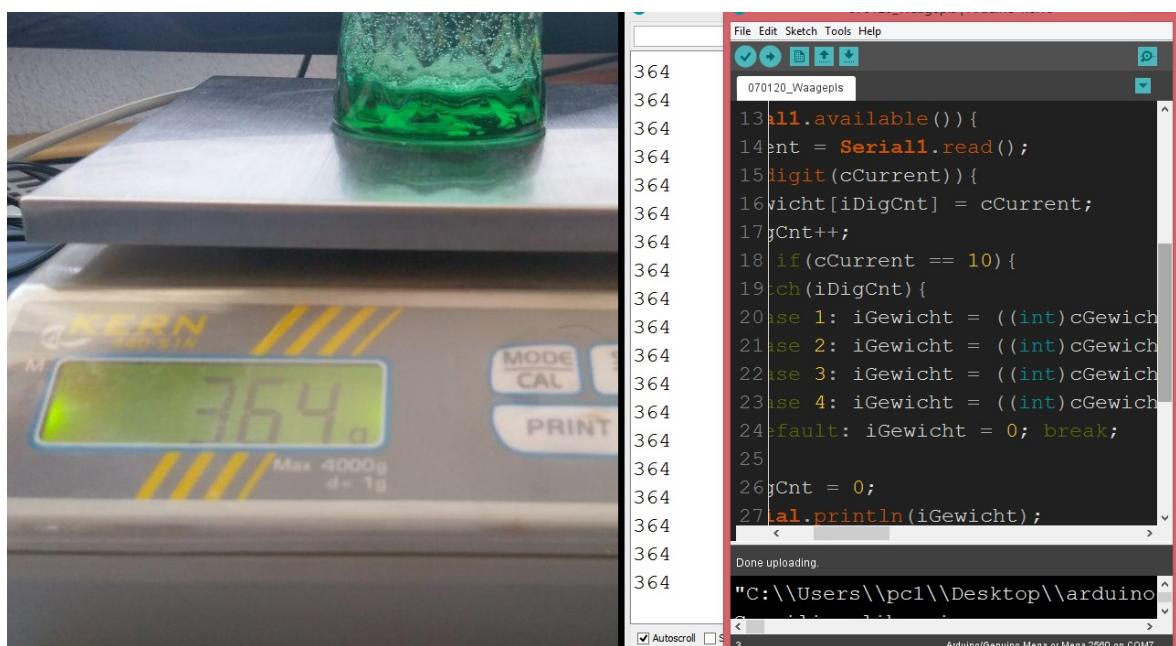


Abbildung 16: Vergleich Waage-Anzeige mit dem Serial-Monitor Output der Arduino-IDE

Testprogramm

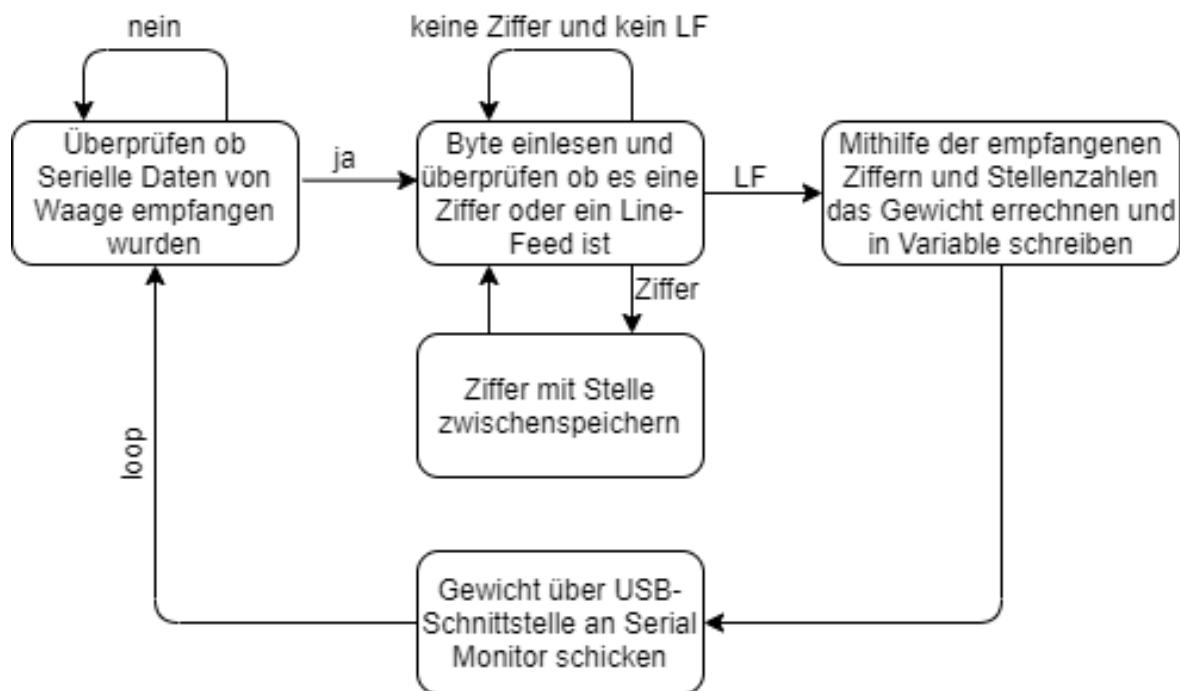


Abbildung 17: Aktivitätsdiagramm für das Waage-Arduino Kommunikations-Testprogramm

3.4 MS2 - Wirbelstrom-Bremse

Zuvor wurde der Bremssattel mit einem 'Schrack RL 306 024 - Koppelrelai' gesteuert. Dieses wurde mit einem Tastknopf und Positionsendschalter geschalten.

Der grüne Tastknopf am Prüftisch startete den Bremsvorgang, der Positionsendschalter links lies die Polarität der Versorgung umschalten, sodass der Motor wieder rückwärts fuhr und der Positionsendschalter rechts beendete den Bremsvorgang.



Abbildung 18: Positionsendschalter links



Abbildung 19: Positionsendschalter rechts

Um genauere Messungen durchführen zu können musste der Bremssattel jedoch in bestimmten Abständen gestoppt werden können. Dies lies sich nicht mit dem Relai bewerkstelligen.

Stattdessen wird eine fertige H-Brücke-Platine 'MotoDriver2' verwendet, welche vom Arduino aus gesteuert wird.

Als Versorgungsspannung wird 12V verwendet, da hier eine Kennlinie im Datenblatt des DC-Motors vorliegt, und die Geschwindigkeit, in der der Schlitten fährt gut abzubremsen ist. So kann der Bremsweg bei den Mess-Stopps vernachlässigt werden.

Die Positionsendschalter werden weiterhin verwendet und direkt mit dem Arduino verbunden.

Durchlaufzeit - Testmessung mit Relai

Zeitstop, ganzer Durchlauf				
Test Nr.	Vcc	Zeit bei 1 Magnet	Zeit bei 2 Magnet	Zeit bei 2.5 Magnet
Nr. 1	12V	3.71 sec	6.02 sec	7.79 sec
Nr. 2	12V	3.82 sec	5.59 sec	8.01 sec
Nr. 3	12V	3.69 sec	5.64 sec	7.80 sec

Vorheriger Kabellaufplan mit Relai

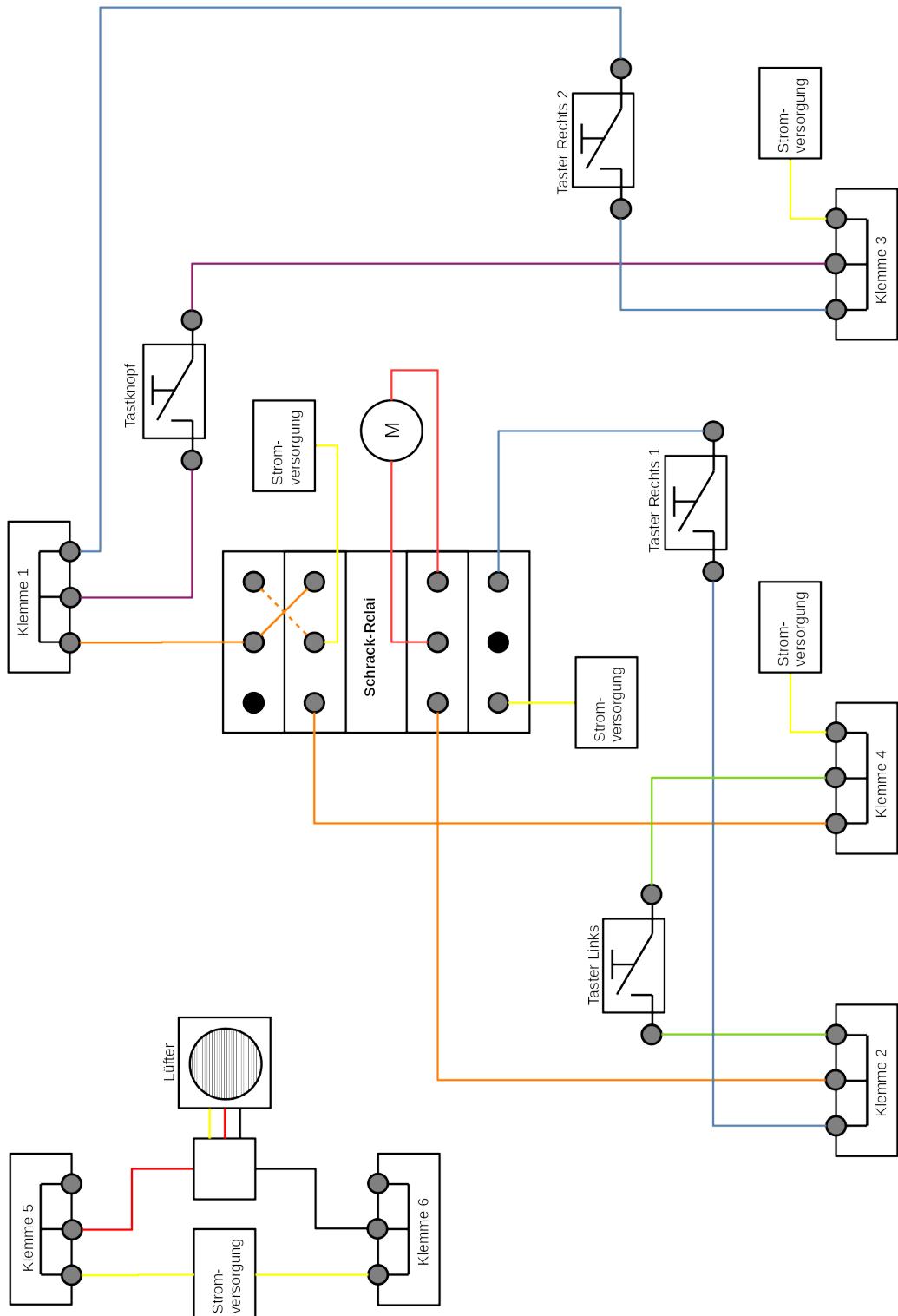


Abbildung 20: Vorheriger Kabellaufplan mit Relai

Erneuerter Kabellaufplan mit H-Brücke

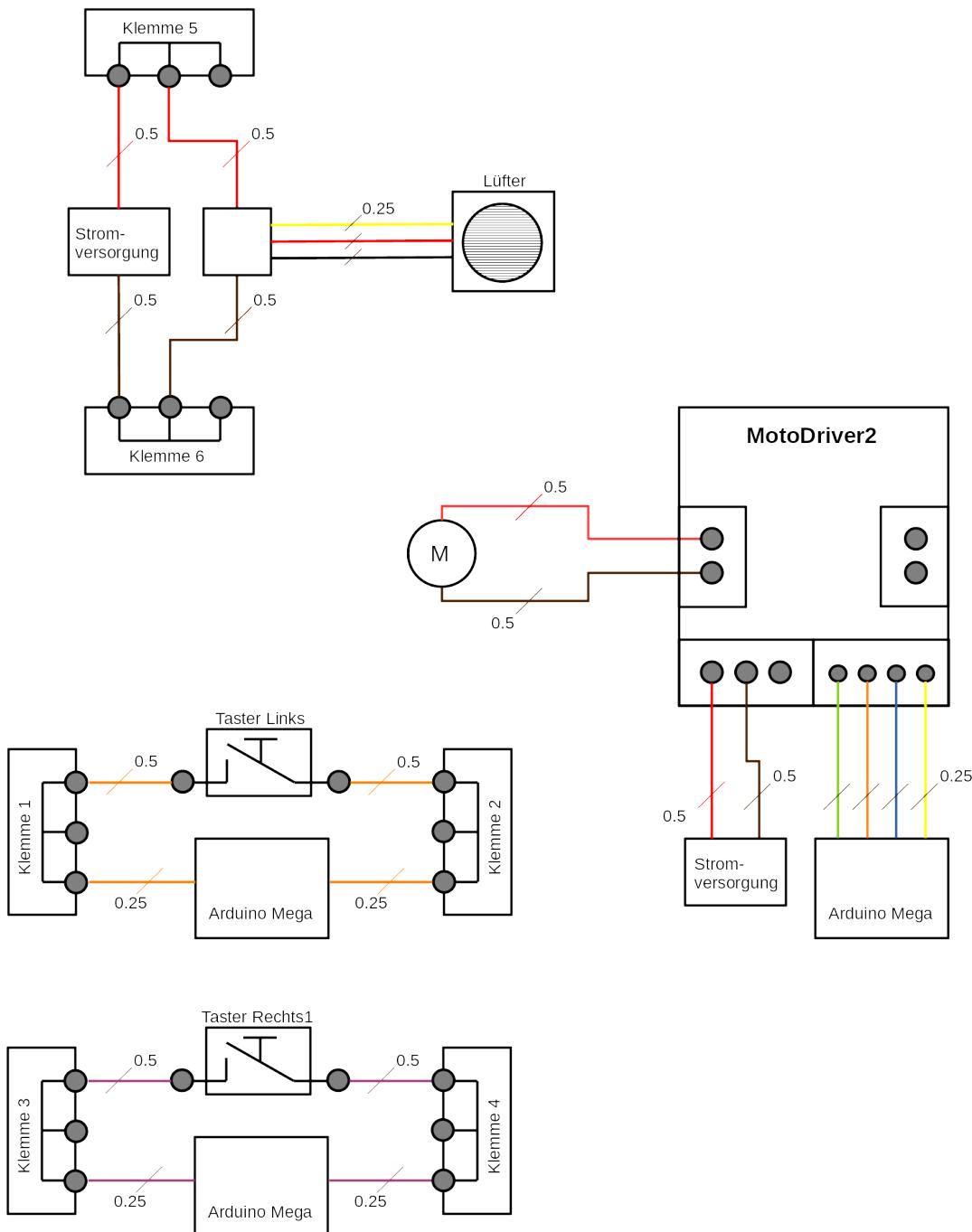


Abbildung 21: Erneuerter Kabellaufplan mit H-Brücke

H-Brücke

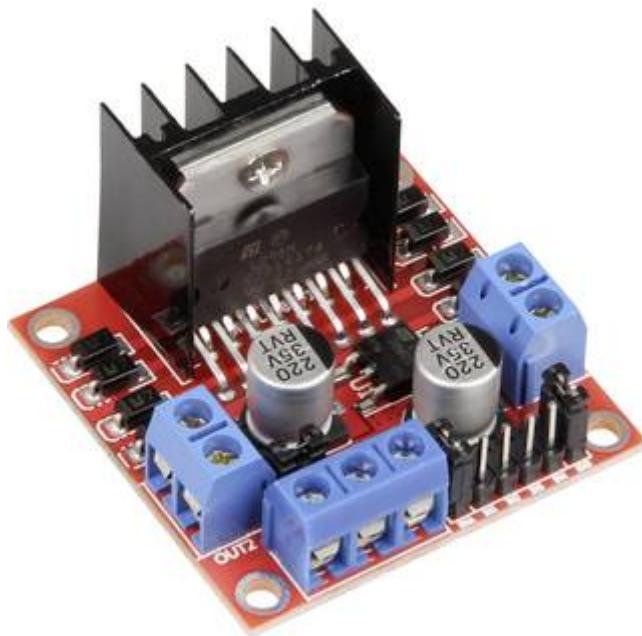


Abbildung 22: SBC-MotoDriver2

H-Brücke-Gehäuse

Um das **MotoDriver2** zu schützen wird ein passendes Gehäuse mittels eines 3D-Druckers gefertigt. In diesem wird die Platine mit M3-Schrauben befestigt.

Mit M4-Schrauben wird der Deckel am Gehäuse festgeschraubt um es abzudecken.

An drei Seiten wurden Öffnungen freigelassen, um Kabel zur **Versorgung** (Front), **Steuerung** (Front) und **Motorabgang** (Links, Rechts), auch wenn der Deckel verschlossen ist, anschließen zu können.

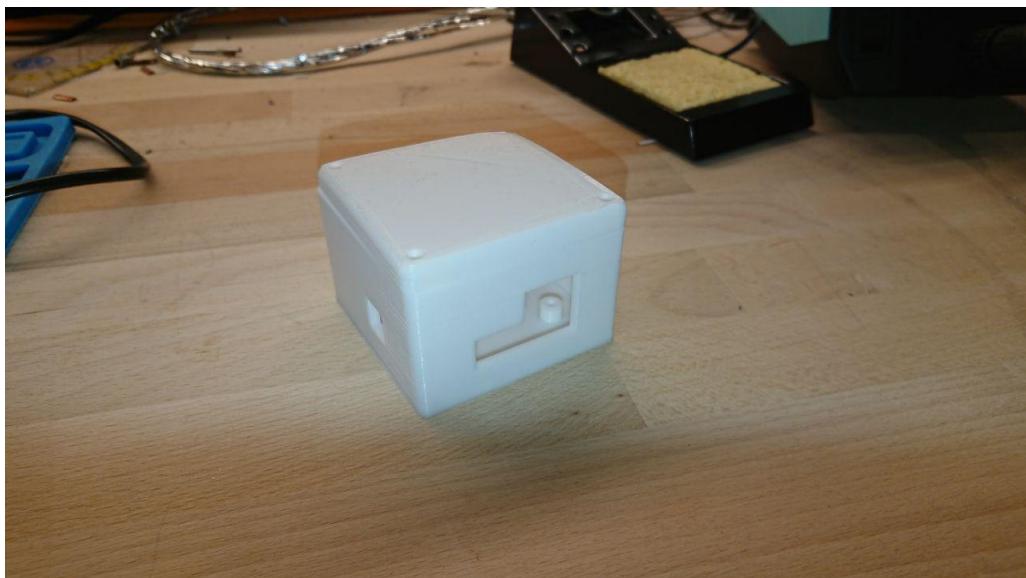


Abbildung 23: Gehäuse1 - geschlossen



Abbildung 24: Gehäuse3 - geöffnet

3.5 MS3 - Serial Kommunikation zwischen Arduino und Raspberry Pi

3.5.1 Blockdiagramm

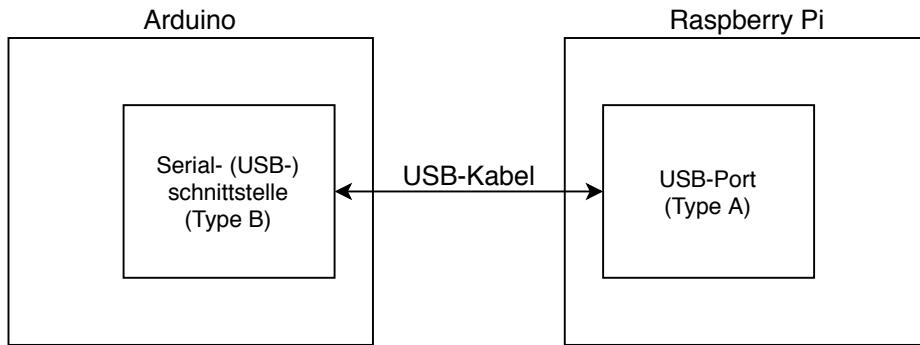


Abbildung 25: Blockdiagramm Verbindung Arduino zu Raspberry Pi mittels USB-Kabel

3.5.2 Programme

Arduino-Programm

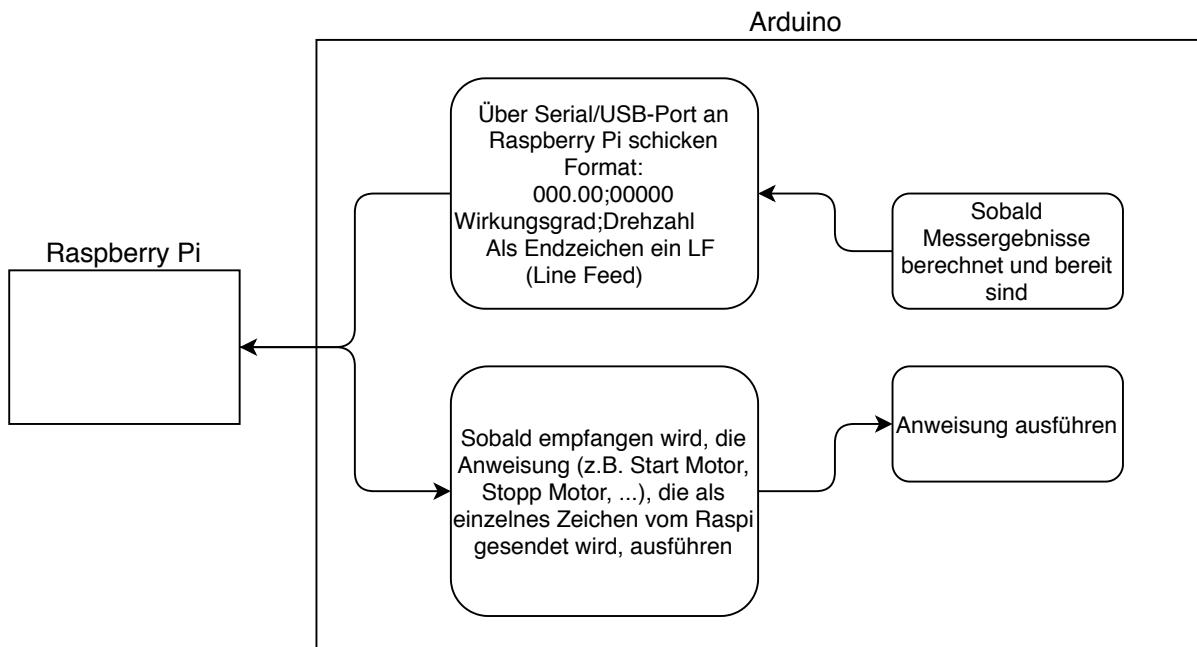


Abbildung 26: Aktivitätsdiagramm Arduino-Programm

Raspberry-Programm

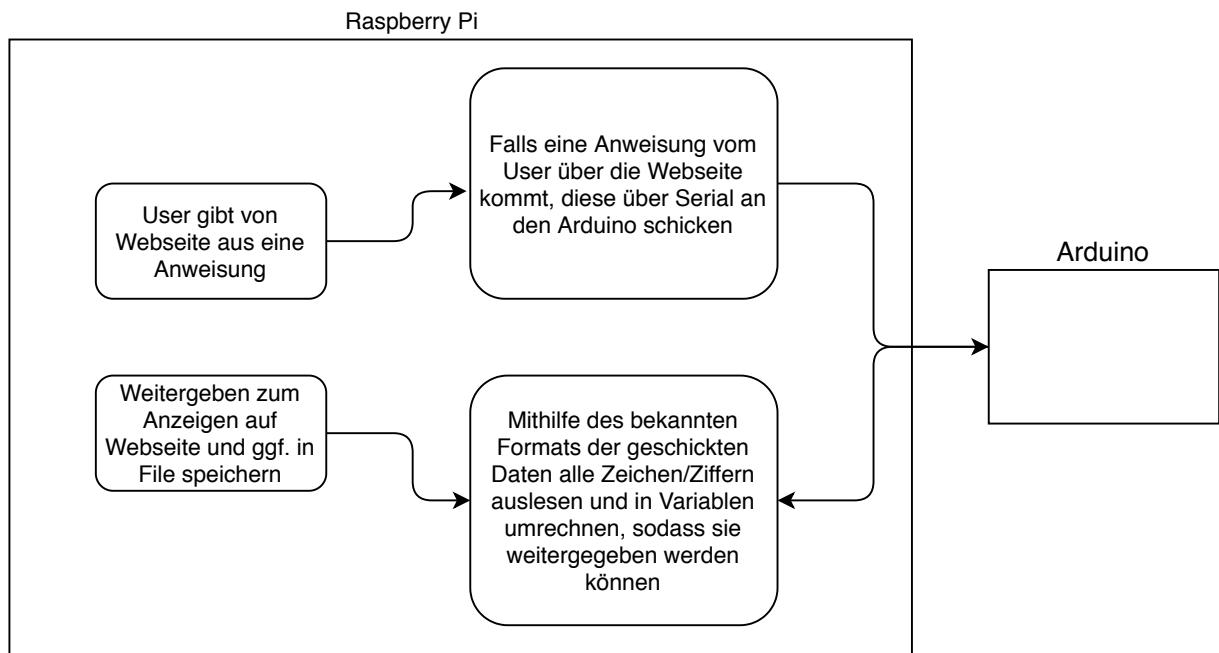


Abbildung 27: Aktivitätsdiagramm Raspi-Programm

3.5.3 Kommunikationstest

Testaufbau

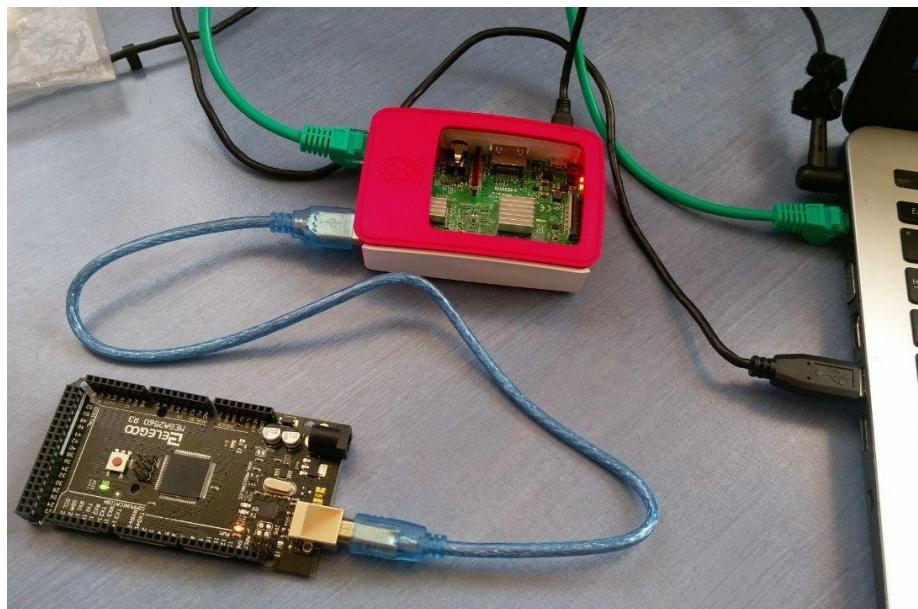
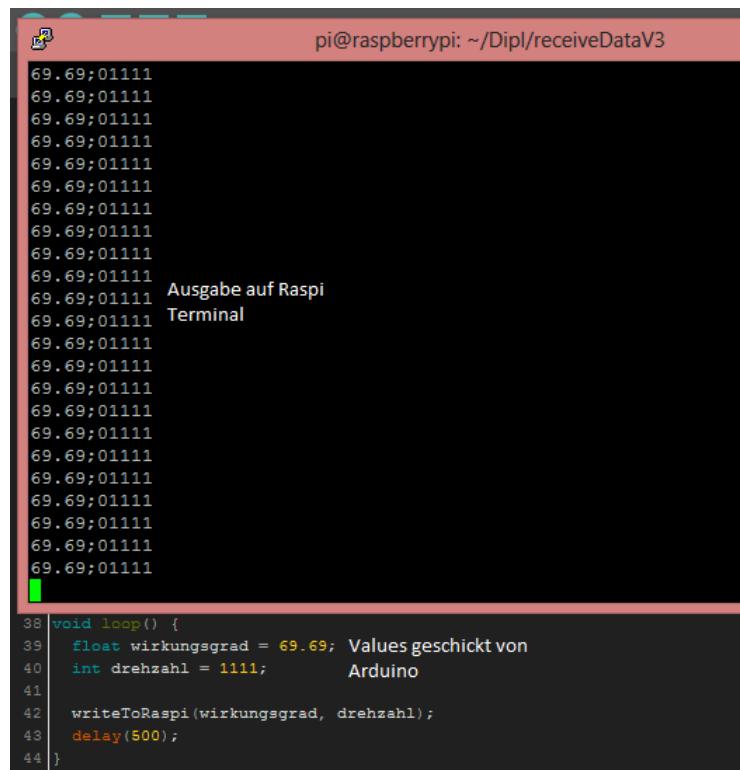


Abbildung 28: Foto des Testaufbaus für die Kommunikation zwischen Arduino und Raspberry Pi

Testergebnis



The screenshot shows a terminal window titled "pi@raspberrypi: ~/Dipl/receiveDataV3". The window displays a continuous stream of text: "69.69;01111" repeated many times. A cursor is visible at the bottom left. In the center of the window, the text "Ausgabe auf Raspi Terminal" is displayed. At the bottom of the window, there is a snippet of C++ code:

```
38 void loop() {  
39     float wirkungsgrad = 69.69; Values geschickt von  
40     int drehzahl = 1111;         Arduino  
41  
42     writeToRaspi(wirkungsgrad, drehzahl);  
43     delay(500);  
44 }
```

Abbildung 29: Ergebnis des Kommunikationstests von Arduino zu Raspi



3.6 MS3 - Datenbank bzw. Datenspeicherung

CSV-Dateiformat

Um die, vom Arduino gemessenen und verarbeiteten, Messwerte speichern zu können wird das Dateiformat **CSV**(Command Separated Values) verwendet.

Es beschreibt einen einfachen Aufbau einer Textdatei um strukturiert Daten speichern zu können.

Derzeit existiert kein Standard, der dieses Dateiformat beschreibt, jedoch findet es weltweit Verwendung. So ist es möglich in und aus Tabellenkalkulations-Softwares wie *Microsoft Excel*, *LibreOffice Calc* und weitere ein .csv - File zu importieren und exportieren um enthaltene Daten spechereffizient, selbst zwischen unterschiedlichen Betriebssystemen, übertragen zu können.

Ein Beispiel für eine .csv-Datei:

1	Liste	Nr.	,	Alter	,	Name	,	Abteilung
2	1	,	17	,	Anton	,	EI	
3	2	,	18	,	Berta	,	W	
4	3	,	18	,	Caesar	,	B	
5	7	,	16	,	Dora	,	ET	
6	9	,	17	,	Emil	,	MB	

Der Aufbau funktioniert wie folgt:

Datensätze bzw. Zeilen

Um Datensätze zu trennen wird ein Zeichen verwendet. Meistens wird dafür der **Zeichenumbruch** benutzt.

Das Zeichen für den Zeichenumbruch kann unter verschiedenen Betriebssystemen variieren.

Datenfeldern bzw. Spalten

Um Datenfelder zu trennen wird ein weiteres Zeichen verwendet. Meistens wird dafür das **Komma** benutzt.

Weitere gebräuchliche Zeichen sind: *Semikolon ;*, *Doppelpunkt :*, *Tabulatorzeichen*, *Leerzeichen*.

Für den strukturellen Aufbau kann jedes beliebige Zeichen verwendet werden, jedoch sollte es eindeutig sein und nicht in den Daten selbst vorkommen um Fehler zu vermeiden.

Kopfzeile

"Der erste Datensatz kann ein Kopfdatensatz sein, der die Spaltennamen definiert.
"



3.7 MS4 - Messaktivierung

3.8 MS4 - Website-Informationsinterface

Der Messvorgang wird über eine Website gesteuert, die der Raspberry Pi als Webserver hostet. Von der Startseite aus kann der Messvorgang gesteuert werden, auf der Bedienungswebseite wird beschrieben, wie der Messvorgang vorbereitet und gesteuert wird.

Startseite

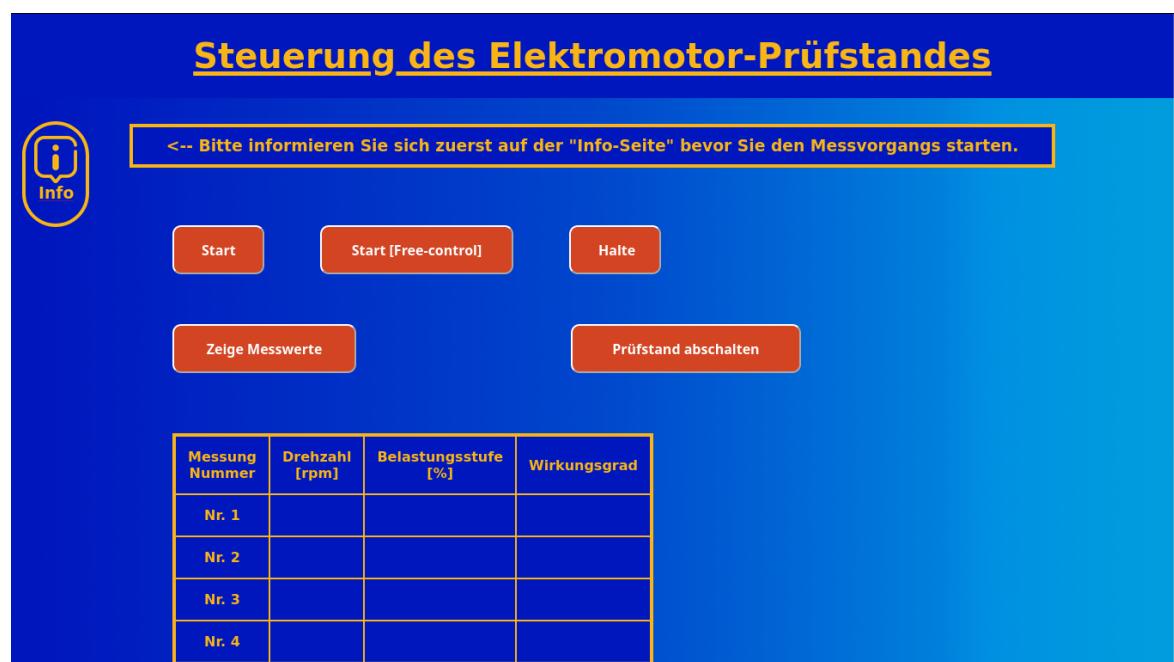


Abbildung 30: Statseite 1/2



Abbildung 31: Statseite 1/2



Bedienwebseite

Anleitung zur Bedienung des Elektromotor-Prüfstandes

Bevor Sie den Messvorgang starten:

1. Stellen Sie die Sicherheitsschraube des Hebelarms so ein, dass er die Waage nicht berührt.
Dies schützt die Waage vor dem ersten Ausschlagen des Hebelarmes beim Anlauf des E-Motors.
2. Vergewissern Sie sich, dass der Bildschirm, die Tastatur und die Maus am Raspberry Pi angeschlossen sind.
3. Stecken Sie entweder:
 - beide Netzgeräte (unter dem Tisch) an einer Schuko-Steckdose an und schalten diese ein, oder
 - die Modellflugzeug-Akkumulatoren bzw. -Batterien an.
4. Der Raspberry Pi und Arduino starten dann von selbst. Dies kann einige Momente dauern.
5. Schalten Sie die Waage ein.
6. Nachdem die Website geladen ist kann der Messvorgang gestartet werden.

Steuerung des Elektromotor-Prüfstandes

Über den "Home" - Button auf der linken Seite gelangen Sie zur Steuerungs-Webseite.

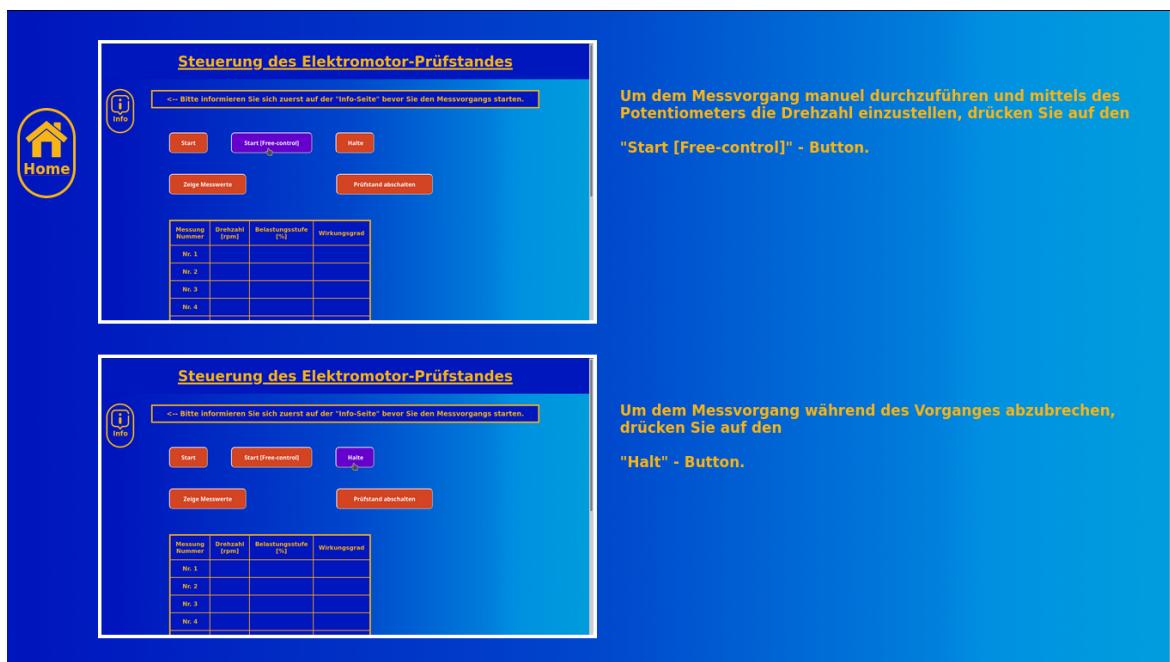
Abbildung 32: Bedienungswebseite 1/5

Über den "Home" - Button auf der linken Seite gelangen Sie zur Steuerungs-Webseite.

Steuerung des Elektromotor-Prüfstandes

Um den automatischen Messvorgang zu starten, drücken Sie auf den "Start" - Button.

Abbildung 33: Bedienungswebseite 2/5



Um dem Messvorgang manuel durchzuführen und mittels des Potentiometers die Drehzahl einzustellen, drücken Sie auf den "Start [Free-control]" - Button.



Um dem Messvorgang während des Vorganges abzubrechen, drücken Sie auf den "Halt" - Button.

Abbildung 34: Bedienungswebseite 3/5



Nachdem die Messungen vollständig beendet worden sind stehen die Messwerte zur Darstellung bereit.

Um die Messwerte anzuzeigen drücken Sie auf den "Zeige Messwerte" - Button

Danach wird sich die nachfolgende Tabelle mit den Werten füllen.

Die nachfolgende Messwert-Tabelle.

Abbildung 35: Bedienungswebseite 4/5

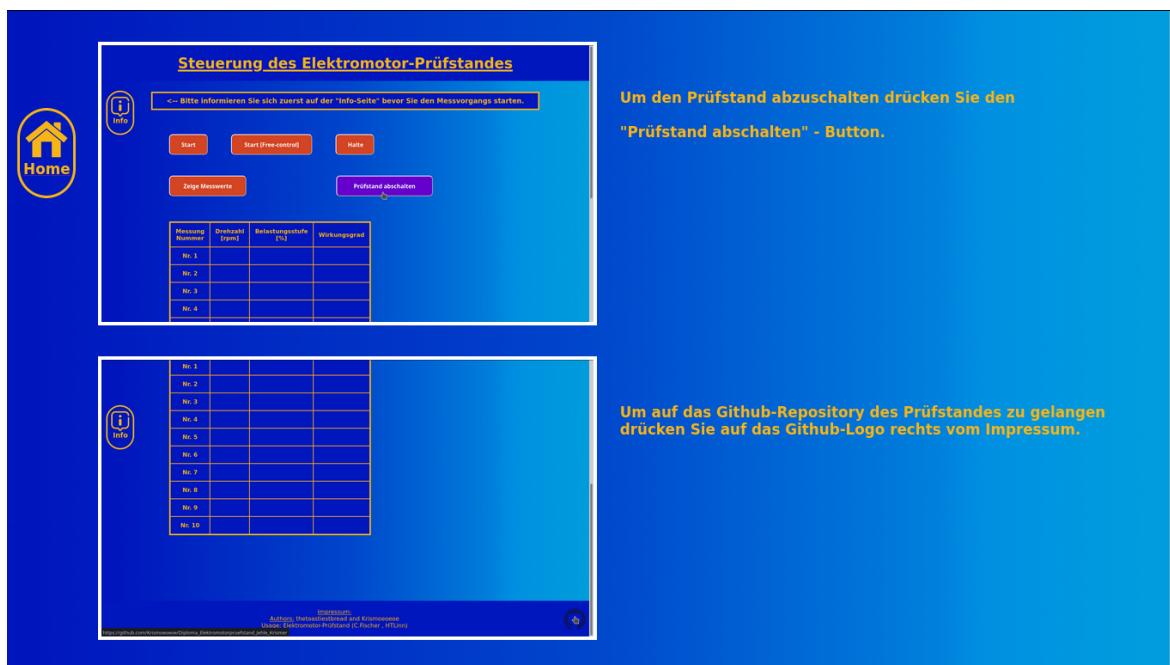


Abbildung 36: Bedienungswebseite 5/5



3.9 MS5 - Professionalisierung des Aufbaues mit Platinen und Bedienpult

3.10 MS5 - Automatischer Überstromschutz

Der Überstromschutz ist ein Teilprogramm, welches kontrolliert, ob die gemessenen Werte in einem definierten Bereich sind und diesen nicht überschreiten.

Pseudocode Überstromschutz:

```
1 if Messwert > Ueberstrom then UeberstromZeit++
2   else UeberstromZeit=0;
3   if( UeberstromZeit > Zeitlimit) then NotAus();
```

3.11 Verwendete Technologien und Entwicklungswerkzeuge

Software

- Arduino IDE - Version 1.18.12
- Code OSS - Version 1.42.1
- GNU GCC - Version 9.2.1
- Texmaker - Version 5.0.4
- Firefox Browser - Version 74.0
- GNU GIMP - Version 2.10.18
- Libre Office Draw - Version 6.3.5.2
- Draw.io - Version 12.8.8

Hardware

Arduino MEGA2560



Abbildung 37: Arduino MEGA Klon der Firma Elegoo mit ATMega2560 Mikrocontroller

AD633JN Analogmultiplizierer

Abbildung 38: AD633JN Analogspannungsmultiplizierbaustein von Analog Devices

MAX680CPA+ Ladungspumpe

Abbildung 39: MAX680CPA+ Ladungspumpe zum erzeugen der +-10V die der AD633JN Baustein benötigt

Kern 440-51N Präzisionswaage



Abbildung 40: Kern 440-51N Präzisionswaage

Lichtschranke

Es wurde eine zu diesem Zeitpunkt unbekannte, generische Lichtschranke genutzt.

Raspberry Pi

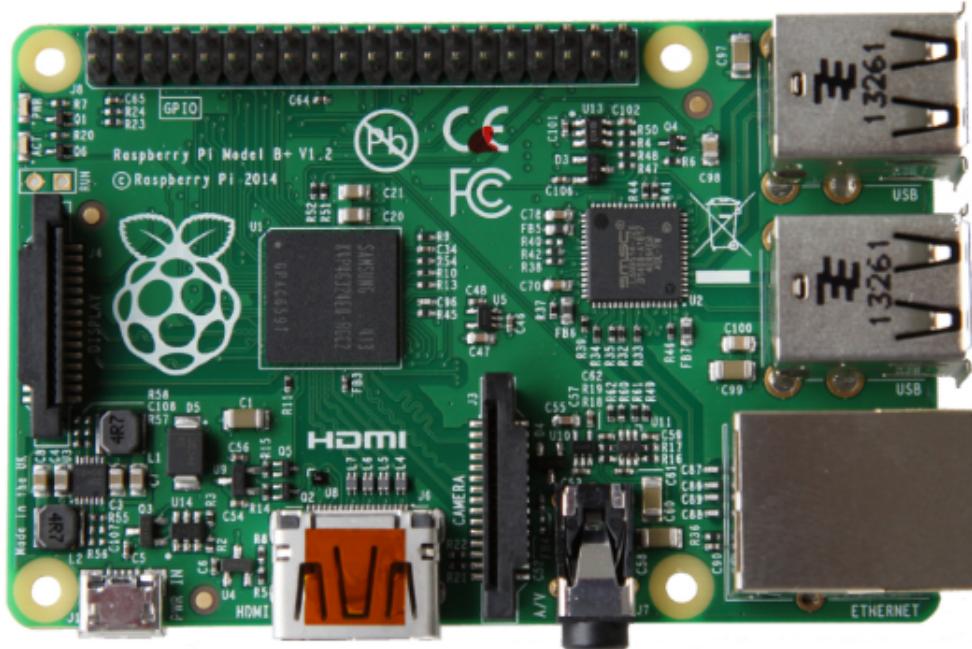


Abbildung 41: Raspberry Pi 1 V1.2



3.11.1 Kostenrechnung

Prüfstand-Gerätenummer	Bezeichnung	Stück	Einzel-Preis	Gesamt-Preis
Nr. 1	Arduino MEGA 2560	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 2	Raspberry Pi B+	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 3	Hallsensoren	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 4	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 5	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 6	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Nr. 7	SBC-Motodriver	3 Stk	4.16 EUR	12.48 EUR



4 Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Meine Arbeit darf öffentlich zugänglich gemacht werden, wenn kein Sperrvermerk vorliegt.

Kappl, Datum

Simon Jehle

Telfs, Datum

Patrick Krismer

I Abbildungsverzeichnis

1	Kurzfassung - grafische Veranschaulichung	6
2	Organisation der Diplomarbeit	11
3	Mindmap der Diplomarbeit	12
4	Blockdiagramm Drehzahleinstellung	15
5	Flussdiagramm zum Programmcode vom ATMega8	15
6	Eingangsleistungsmessung Prinzip	16
7	Schaltungsentwurf für die Eingangsleistungsmessung	17
8	Foto der gelöteten Schaltung nach dem Schaltungsentwurf (+Vorverstärker für Ausgangsspannung) hier ohne Pumpkondensatoren für MAX680CPA+	18
9	Flussdiagramm zum Programmablauf des Arduinos für die Eingangsleistungsmessung	
	¹ Daten von einer Waage zu empfangen ist wichtig für die Ausgangsleistungsmessung → Wird im nächsten Kapitel gezeigt	18
10	Blockschaltbild des Prinzips der Ausgangsleistungsmessung	19
11	Aufbaudiagramm der Lichtschranke zur Drehzahlmessung	21
12	Aktivitätsdiagramm Drehzahlmessung mit Lichtschranke	22
13	Schaltungsentwurf für die RS232 zu Serial-Übersetzerschaltung	22
14	Foto der aufgebauten Schaltung nach Schaltungsentwurf	23
15	Testaufbau der Kommunikation mit der Waage	24
16	Vergleich Waage-Anzeige mit dem Serial-Monitor Output der Arduino-IDE	24
17	Aktivitätsdiagramm für das Waage-Arduino Kommunikations-Testprogramm	25
18	Positionendschalter links	26
19	Positionendschalter rechts	26
20	Vorheriger Kabellaufplan mit Relai	27
21	Erneuerter Kabellaufplan mit H-Brücke	28
22	SBC-MotoDriver2	29
23	Gehäuse1 - geschlossen	30
24	Gehäuse3 - geöffnet	30
25	Blockdiagramm Verbindung Arduino zu Raspberry Pi mittels USB-Kabel	31
26	Aktivitätsdiagramm Arduino-Programm	31
27	Aktivitätsdiagramm Raspi-Programm	32
28	Foto des Testaufbaus für die Kommunikation zwischen Arduino und Raspberry Pi	33
29	Ergebnis des Kommunikationstests von Arduino zu Raspi	34
30	Statseite 1/2	37
31	Statseite 1/2	38
32	Bedienungswebseite 1/5	39
33	Bedienungswebseite 2/5	39
34	Bedienungswebseite 3/5	40
35	Bedienungswebseite 4/5	40
36	Bedienungswebseite 5/5	41
37	Arduino MEGA Klon der Firma Elegoo mit ATMega2560 Mikrocontroller	43
38	AD633JN Analogspannungsmultiplizierbaustein von Analog Devices .	44



39	MAX680CPA+ Ladungspumpe zum erzeugen der +-10V die der AD633JN Baustein benötigt	44
40	Kern 440-51N Präzisionswaage	45
41	Raspberry Pi 1 V1.2	45

II Tabellenverzeichnis



Beispiel Literaturverzeichnis

(Übernommen aus dem Leitfaden des BMBF Reife- und Diplomprüfungen März 2014)

1. Werke eines Autors Nachname, Vorname: Titel. Untertitel. - Verlagsort: Verlag, Jahr. Nachname, Vorname: Titel. Untertitel. Auflage - Verlagsort: Verlag, Jahr.

Beispiele:

Sandgruber, Roman: Bittersüße Genüsse. Kulturgeschichte der Genußmittel. – Wien: Böhlau, 1986. Messmer, Hans-Peter: PC-Hardwarebuch. Aufbau, Funktionsweise, Programmierung. Ein Handbuch nicht nur für Profis. 2. Aufl. - Bonn: Addison-Wesley, 1993.

2. Werke mehrerer Autoren Nachname, Vorname; Nachname, Vorname; Nachname, Vorname: Titel. Untertitel. Auflage - Verlagsort: Verlag, Jahr.

Beispiel:

Bauer, Leonhard; Matis, Herbert: Geburt der Neuzeit. Vom Feudalsystem zur Marktgesellschaft. - München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1988.

3. Sammelwerke, Anthologien, CD-ROM mit Herausgeber Nachname, Vorname (Herausgeber): Titel. Untertitel. Auflage - Verlagsort: Verlag, Jahr. Nachname, Vorname: Titel. Untertitel. In: Nachname, Vorname (Herausgeber): Titel. Untertitel. Auflage - Verlagsort: Verlag, Jahr.

Beispiele:

Popp, Georg (Hg.): Die Großen der Welt. Von Echnaton bis Gutenberg. 3. Aufl. - Würzburg: Arena, 1979. Killik, John R.: Die industrielle Revolution in den Vereinigten Staaten. In: Adams, Willi Paul (Hg.): Die Vereinigten Staaten von Amerika. Fischer Weltgeschichte Bd. 30. - Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag, 1977. Killy, Walther (Hg.): Literatur Lexikon. Autoren u. Werke deutscher Sprache. – München: Bertelsmann, 1999. (Digitale Bibliothek, 2)

4. Mehrbändige Werke Nachname, Vorname: Titel. Bd. 3 - Verlagsort: Verlag, Jahr.

Beispiel:

Zenk, Andreas: Leitfaden für Novell NetWare. Grundlagen und Installation. Bd. 1 - Bonn: Addison Wesley, 1990.

5. Beiträge in Fachzeitschriften, Zeitungen Nachname, Vorname des Autors des bearbeiteten Artikels: Titel des Artikels. In: Titel der Zeitschrift, Heftnummer, Jahrgang, Seite (eventuell: Verlagsort, Verlag).

Beispiel:

Beck, Josef: Vorbild Gehirn. Neuronale Netze in der Anwendung. In: Chip, Nr. 7, 1993, Seite 26. - Würzburg: Vogel Verlag.

6. CD-ROM-Lexika

Beispiel:

Encarta 2000 - Microsoft 1999.

7. Internet Nachname, Vorname des Autors: Titel. Online in Internet: URL: www-Adresse, Datum. (Autor und Titel wenn vorhanden, Online in Internet: URL: www-Adresse, Datum auf jeden Fall)

Beispiel:

Ben Salah, Soia: Religiöser Fundamentalismus in Algerien. Online im Internet: URL: »http://www.hausarbeiten.de/cgi-bin/superRD.pl«, 22.11.2000. Der Weg zur Doppelmonarchie. Online in Internet: URL: http://www.parlinkom.gv.at/pd/doep/d-k1-2.htm, 22.11.2000.

8. Firmenbroschüren, CD-ROM Werden Inhalte von Firmenunterlagen verwendet, dann ist ebenfalls die Quelle anzugeben.

Beispiel:

Digitale Turbinenregler. Broschüre der Firma VOITH-HYDRO GmbH, 2012.

9. Abbildungen, Pläne Werden Abbildungen aus einer fremden Quelle [z.B. Download, Scannen] in die Diplomarbeit eingefügt, so ist unmittelbar darunter die Quelle anzugeben.

Beispiel:

Abb. 1: Digitaler Turbinenregler [ANDRITZ HYDRO]

10. Persönliche Mitteilungen

Beispiel:

Persönliche Mitteilung durch: König, Manfred: Kössler GmbH Turbinenbau am 8. März 2013.



III Literaturverzeichnis

Datenblätter:

Bremsmotor :

<https://www.conrad.com/p/drive-system-europe-dc-gearmotor-dsmp320-12-0014-bf-192498-12-v-dc-053-a-008-nm-373-rpm-shaft-diameter-6-mm-1-pcs-192498>
zuletzt abgerufen: 20.03.2020

MotoDriver2 :

<https://www.conrad.at/de/p/entwickler-platine-sbc-motodriver2-arduino-banana-pi-cubieboard-pcduino-raspberry-pi-raspberry-pi-2-b-raspberry-1573541.html>
zuletzt abgerufen: 20.03.2020

Internet:

CSV-Dateiformat :

Wikipedia, Diverse Autoren: "CSV (Dateiformat)"
[https://de.wikipedia.org/wiki/CSV_\(Dateiformat\)](https://de.wikipedia.org/wiki/CSV_(Dateiformat))
(zuletzt aufgerufen: 26 März 2020)

Yakov Shafranovich <ietf@shaftek.org>: Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files
<https://tools.ietf.org/html/rfc4180>
(zuletzt aufgerufen: 28 März 2020)

hallo :

Persönliche Mitteilungen:

Persönliche Mitteilung durch: HTL-Lehrer XX XX: Begriff des Bremsattels am XX Februar 2020.

3. :

4. :

Vorherige Diplomarbeit

- Mahlknecht Lukas und Schöffmann Manuel - 5AHWII (2016/17)



IV Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Dipl. Ing.	Diplomingenieur
etc.	etcetera
zb.	zum Beispiel
usw.	und so weiter
Raspi	Raspberry Pi B+ V1.2
Arduino	Arduino Mega 2560
Vcc	Versorgungsspannung



5 Anhang

A.1 Pflichtenheft (optional)

Zur Umsetzung des Projektzieles werden messbare Kriterien formuliert.

A.2 Schlussfolgerung / Projekterfahrung

Krismer: Bin zu bled einfachste Sachen auf die Reihe zu bringen.

Krismer (über Jehle): Er kriegts hin. Isch a guater Mann.

A.3 Projektterminplanung

Screenshots der MS Project-Datei. Die Ausgabe muss lesbar sein (eventuell auf mehrere Bilder verteilen). Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Zeitachse und die Vorgangsachse auf jedem Bild sichtbar sind! Es muss nicht MS-Project verwendet werden!

Projektbalkenplan (Gantt-Diagramm)

Excel

Meilensteine

Datum	Meilenstein	Kandidat	Beschreibung
05.11.2019	MS1	Simon Jehle	Pflichtenheft, Grobdesign, Testplan, Eingangsleistungsmessung (Motor)
05.11.2019	MS1	Patrick Krismer	Pflichtenheft, Grobdesign, Testplan, Motoransteuerung (Drehzahlregulierung)
17.12.2019	MS2	Simon Jehle	Leistungsabgabemessung (Waage)
17.12.2019	MS2	Patrick Krismer	Wirbelstrombremssteuerung
14.01.2020	MS3	Simon Jehle	Kommunikation zwischen Raspberry Pi und Arduino
14.01.2020	MS3	Patrick Krismer	Datenbank (Raspberry Pi)
18.02.2020	MS4	Simon Jehle	Website-Informationsinterface (Raspberry Pi), DS fertig
18.02.2020	MS4	Patrick Krismer	Messaktivierung (Raspberry Pi), DS fertig
17.03.2020	MS5	Simon Jehle	Professionalisierung des Aufbaues mit Platinen und Bedienpult
17.03.2020	MS5	Patrick Krismer	Automatisierte Überstromabschaltung des Motors



A.4 Arbeitsnachweis Diplomarbeit

Dieser erfolgt durch ständige Aufzeichnungen der Schüler im Projekttagebuch.

Für jeden Projektmitarbeiter wird eine Tabelle gemäß Muster ausgefüllt. In dieser Aufzeichnung werden auch die Unterrichtsprojektanteile, die in die Arbeit eingeflossen sind ○ aufgezeigt.

Tabelle: Arbeitsaufstellung

Jehle				
Datum	Uhrzeit	Stunden nn:nn	Beschreibung	Betreuer
01.11.2018	08:00–11:30		Was wurde gemacht (eine Zeile!)	
		SUMME		

Krismer				
Datum	Uhrzeit	Stunden nn:nn	Beschreibung	Betreuer
01.11.2018	08:00–11:30		Was wurde gemacht (eine Zeile!)	
		SUMME		

A.5 Datenblätter (optional)

Meist sind die Datenblätter sehr umfangreich, daher werden im Anhang nur die notwendigen Bereiche dargestellt, auf der CD wird das vollständige Datenblatt gespeichert

A.6 Technische Zeichnungen (optional)

Abzugeben sind:

- 1 gebundene Dokumentationen mit Deckblatt (Format: A4) – für die Bibliothek (die HTL Bindung ist zu verwenden!!)
- 1 Korrekturversion (Form und Aussehen mit Projektbetreuer vereinbaren)
- 1 Version für die Firma (optional – mit Betreuer vereinbaren)
- 2 CDs mit allen Unterlagen (Word, Bilder, Code...)