

PREN 1, TEAM 32

Yves Studer
Thomas Wiss
Livio Kunz
Niklaus Manser
Matteo Trachsel
Güdel Manuel
Pascal Roth

Dokumentation

Hochschule Luzern - Technik & Architektur
PREN 1

Horw, Hochschule Luzern - T&A, 8. Dezember 2014

PREN 1, TEAM 32

Yves Studer
Dorfstrasse 28
6264 Pfaffnau
+41 79 705 48 88
yves.studer@stud.hslu.ch

Thomas Wiss
Bachhüsliweg 4a
6042 Dietwil
+41 79 604 93 61
thomas.wiss@stud.hslu.ch

Livio Kunz
Hubelmatt 7
6206 Neuenkirch
+41 79 811 53 03
livio.kunz@stud.hslu.ch

Niklaus Manser
Brunnmattstrasse 11
6010 Kriens
+41 77 405 58 56
niklaus.manser@stud.hslu.ch

Matteo Trachsel
Ogimatte 7
3713 Reichenbach
+41 79 511 57 88
matteo.trachsel@stud.hslu.ch

Manuel Güdel
Riedtalstrasse 4
4800 Zofingen
+41 79 774 41 40
manuel.guedel@stud.hslu.ch

Pascal Roth
Dorfstrasse 18
6275 Ballwil
+41 79 717 68 94
pascal.roth@stud.hslu.ch

Dokumentation

Dozent: Markus Thalmann

Hochschule Luzern - Technik & Architektur
Interdisziplinäre Projektarbeit 2014

Horw, Hochschule Luzern - T&A, 8. Dezember 2014

Management Summary

Blabla blabla

Inhalt

Management Summary	1
Abstract	3
1 Einleitung	4
2 Verschiedene Varianten	5
3 Lösungskonzept	5
3.1 Funktionsbeschreibung	5
3.2 Geräteübersicht	5
3.2.1 Startgerät	5
3.2.2 Smartphone als Master	5
3.2.3 Controller	5
3.2.4 Grundaufbau Mechanik	6
3.2.5 Stelleinheit	6
3.2.6 Förderband	6
3.2.7 Schwungräder	6
3.3 Versorgungskonzept	6
3.4 Hardware	6
3.5 Software-Architektur	6
3.5.1 Systemübersicht	6
3.5.2 Komponenten-Spezifikation	7
3.5.3 Schnittstellen-Spezifikation	7
3.5.4 Funktionale Sicht	8
4 Tests	8
4.1 Zylinder-Test	8
4.2 Schwungrad-Test	8
4.3 Drehzahl-Test	8
4.4 Brushless-Motor-Test	9
4.4.1 Aufbaubeschreibung	9
4.4.2 Messmittel	9
4.5 Acrylglas-Test	10
5 Projektplanung /-Management	11
5.1 Kosten	11
5.2 Zeit	12
6 Schlussdiskussion	13
6.1 Rückblick	13
6.2 Ausblick	13
A Anhang	I
A.1 Berechnung	I

Abstract

Abstract blablabla

1 Einleitung

Im heutigen Arbeitsumfeld ist es unerlässlich, dass man in der Lage ist in einem Team, das meist aus mehreren Spezialisten verschiedener Fachgebiete zusammengesetzt ist, zu arbeiten. An diesem Punkt setzt die Hochschule Luzern Technik & Architektur mit dem Modul „Produktentwicklung“ (PREN) an. Das Ziel dieses Moduls ist, anhand einer Aufgabenstellung einen Entwicklungsprozess durch zu arbeiten und in einem interdisziplinären Team eine Lösung zu erarbeiten und umzusetzen. Die Teams bestehen aus Studierenden aus den Studiengängen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau. Dieses Modul ist in zwei Teile aufgeteilt und erstreckt sich über zwei Semester. Im PREN 1 wird anhand der Aufgabenstellung ein Lösungskonzept entwickelt und erarbeitet. Dieses Konzept wird im anschliessenden Semester im PREN 2 umgesetzt.

Im diesem Rahmen erhalten interdisziplinäre Teams die Aufgabe, einen autonomen Ballwerfer zu erarbeiten. Das Ziel besteht darin, möglichst alle der fünf Tennisbälle, in möglichst kurzer Zeit, in einen Korb zu befördern. Als weiteres Bewertungskriterium gilt das Gewicht des Produkts, welches ab zwei Kilogramm ein stufenweiser Punkteabzug zur Folge hat. Der Korb befindet sich in einem Spielfeld - welches seitlich und in der Höhe begrenzt ist - am hinteren Ende an einer Wand und ist horizontal verschiebbar. Die endgültige Position des Korbes wird kurz vor der Abgabe des Startsignals durch einen Dozent festgelegt, und ist somit nicht bekannt. Die Übermittlung des Startsignals muss drahtlos erfolgen, nach Ausführen der Aufgabe, muss das Endsignal akustisch oder optisch erzeugt werden.

Das Ziel der Arbeit ist, die Aufgabenstellung erfolgreich in einem Apparat umzusetzen. Dabei hat sich unser Team eigene Ziele gesetzt und gewichtet. Diese sind:

1. Treffgenauigkeit
2. Geschwindigkeit
3. Gewicht

2 Verschiedene Varianten

3 Lösungskonzept

3.1 Funktionsbeschreibung

3.2 Geräteübersicht

3.2.1 Startgerät

3.2.2 Smartphone als Master

Korberkennung Im nachfolgenden Ablaufdiagramm ist die Funktionsweise des Systems zur Korberkennung dargestellt. Erwähnenswert hierbei ist vor allem, dass zur Identifikation des Korbes im Bild kein gegebenes Framework wie etwa OpenCV verwendet wird.

Für die Bestimmung der Position des Korbes wurde ein Algorithmus entwickelt und in Java implementiert. Dieser bedient sich des Umstandes, dass der Korb deutlich dunkler als der Hintergrund ist. Um mit dem von der Kamera zuvor aufgenommenen Bild arbeiten zu können, müssen die Ränder abgeschnitten werden (vor allem links und rechts geht der Bildbereich über das Spielfeld hinaus, was das Resultat verfälschen könnte) Als zweiter Schritt wird über sämtliche Pixel des Bildes iteriert. Dabei wird für jedes Pixel die Helligkeit bestimmt anhand einer vordefinierten Schwelle entschieden, ob es zum Hintergrund (heller) oder zum Korb (dunkel) gehört. Anschliessend wird der Schwerpunkt der dunklen Pixel bestimmt und anhand des gefundenen Schwerpunktes entweder von links oder von rechts her in einem bestimmten horizontalen Bereich (der Korb befindet sich immer auf der selben Höhe) über die Pixel iteriert um dabei eine feste Kontur zu finden. Diese feste Kontur wird dabei definiert durch eine bestimmte Anzahl weisse Pixel, auf welche wiederum eine Menge schwarzer Pixel folgen muss. Da dieser Prozess immer in derselben horizontalen Ebene stattfindet kann durch eine abschliessende Berechnung der Mittelpunkt des Korbes und der damit verbundene Winkel des Ballwerfers zum Korb trigonometrisch bestimmt werden.

3.2.3 Controller

Die Controller-Hardware steuert die Motoren der Ballzuführung, der Stepper für die Ausrichtung der Apparatur und die Motoren zur Beschleunigung der Bälle. Sobald der Controller das Startsignal vom Master erhält, wird dieser den Motor zur Ballbeschleunigung aktivieren und hoch drehen lassen. Weiter erhält der Controller vom Master die Angabe, in welchem Winkel sich der Korb befindet. Anhand dieser wird die benötigten Schritte berechnen und die resultierenden Befehle an die Motorsteuerung absetzen. Sobald die Apparatur die richtige Ausrichtung eingenommen hat, wird die Ballzuführung aktiviert, um die Bälle in den Korb zu befördern. Mittels eines kleinen Sensors werden die Bälle gezählt und wenn der letzte Ball abgefeuert wurde, wird dies dem Master signalisiert.

3.2.4 Grundaufbau Mechanik

3.2.5 Stelleinheit

3.2.6 Förderband

3.2.7 Schwungräder

3.3 Versorgungskonzept

Das Smartphone, die Controller-Hardware und die Motoren benötigen jeweils bestimmte Spannungen, die erzeugt werden müssen. Diese werden aus einer Hauptspannung generiert. Je nach Standfestigkeit der Mechanik wird die Umsetzung mittels eines externen Netzteils oder mit Akkumulatoren umgesetzt. Sollte die Standfestigkeit ausreichend sein, wo wir die Hauptversorgung mittels eines externen Netzteils umgesetzt. Falls dies nicht Fall sein sollte, wird die Spannungsversorgung mittels Akkumulatoren umgesetzt. Dies bietet den Vorteil, dass das Gewicht die Standfestigkeit unterstützt und zum Anderen können die Akkumulatoren während dem wägen entfernt werden.

3.4 Hardware

Die Elektrotechnik-Studierenden aus mehreren Gruppen haben sich zusammengeschlossen um gemeinsame Probleme anzugehen. Dabei handelt es sich um die Ansteuerung, die benötigte Hard- und Software um Motoren anzusteuern und gegebenenfalls zu regeln. In diesem Zusammenschluss wurde drei Gruppen gebildet, um Lösungen für DC-, Stepper- und Brushless-Motoren auszuarbeiten. Die Idee besteht darin, dass nicht jede Gruppe für dasselbe Problem wo möglich denselben Lösungsansatz verfolgt, sondern die Ressourcen kombiniert, Synergien nutzt um eine bessere Lösung zu erarbeiten. Auf diese Weise kann das Team übergreifende Arbeiten im Rahmen der „PREN“ erlernt und geübt werden. Somit wird Idee der Interdisziplinarität im erweiterten Sinn Rechnung getragen. Die Gruppen und deren Mitglieder sind in der folgenden Aufzählung ersichtlich:

- ★ DC-Motoren-Gruppe
Besteht aus Elektronik Student des Teams 39.
- ★ Stepper-Motoren-Gruppe
Besteht aus den Elektronik Student des Teams 38 und 27.
- ★ Brushless-Motoren-Gruppe
Besteht aus den Elektronik Studenten des Teams 27 und 32.

3.5 Software-Architektur

3.5.1 Systemübersicht

Zur Übersicht über den erarbeiteten Lösungsansatz bietet sich die Darstellung durch ein Kontextdiagramm an. Darin zu erkennen sind die fünf Hauptkomponenten Desktop-Viewer, CoreApp, Detector, MediaCommunication und ControllerCommunication. Weiter enthält das System mindestens drei Schnittstellen, einerseits die Bluetooth Schnittstelle zwischen Startgerät und Ballwerfer, des Weiteren die muss die Kommunikation mit Kamera und Controller gewährleistet sein. Die Schnittstelle zur Kamera sollte, sofern wie geplant ein Smartphone verwendet wird, bereits durch das entsprechende Betriebssystem gegeben sein, weshalb in diesem Dokument nicht weiter auf diese Schnittstelle eingegangen wird.

3.5.2 Komponenten-Spezifikation

DesktopViewer Über die Viewer-Komponente wird die Konfiguration der Applikation, sowie die Auslösung des Startsignals realisiert. Weiter soll es zu Testzwecken möglich sein, die Resultate der Korberkennung ebenfalls über den DesktopViewer zu betrachten.

CoreApp Als Kernbestandteil der Smartphone App umfasst die CoreApp-Komponente auf der einen Seite die Kommunikation mit der Viewer-Komponente, auf der anderen Seite wird hier der Ablauf der Kernfunktionen zur Objekterkennung koordiniert.

Detector Dem Detektor muss ein Bild übergeben werden, welches von diesem darauf ausgewertet wird. Dabei sucht der Detektor nach einem dunkeln Objekt im Bild und ist in der Lage, anhand der ermittelten Position den Winkel des Ballwerfers zum Korb bestimmen kann.

MediaCommunication In dieser Komponente ist die Kommunikation mit der Kamera des Smartphones umgesetzt. Hauptsächlich geht es darum, ein Foto aufzunehmen, welches wiederum dem Detektor zur Winkelbestimmung übergeben wird.

ControllerCommunication Wie der Name bereits sagt wird an dieser Stelle die Kommunikation mit dem FTDI-Controller realisiert. Der vom Detektor berechnete Winkel wird hier übertragen um anschliessend Mechanisch umgesetzt zu werden und den Ballwerfer aufs Ziel auszurichten.

3.5.3 Schnittstellen-Spezifikation

Als weiteres Hauptelement des entworfenen Systems werden im nachfolgenden Abschnitt die in der Grafik erkennbaren Schnittstellen (Bluetooth und Controller) deklariert.

Bluetooth Die Kommunikation vom Startgerät (Notebook) zum Smartphone (Android Device auf dem Ballwerfer) für die Übermittlung des Startsignals findet mit Bluetooth statt. Die Bluetooth-Komponente auf dem Notebook startet nach Aktivierung ein ‚inquiry‘ (Erkundigung) nach verfügbaren Bluetooth-Geräten. Anschliessend wird eine Service-Anfrage (RFCOMM, eine COM-Schnittstelle) an ein gewünschtes Bluetooth-Gerät gestartet, bei positiver Rückmeldung werden die zwei Geräte gepaart. Eine uni- oder bidirektionale Kommunikation zwischen den Geräten kann nun jederzeit aufgebaut werden. Das eigentliche Startsignal wird ein primitiver Datentyp sein.

Controller Die Verbindung vom Android Smartphone zum FTDI Controller wird mit USB realisiert. Das Smartphone kommuniziert über den bereitgestellten Treiber von FTDI mit dem Controller, die verwendete Schnittstelle ist UART. Die Kommunikation ist soll bidirektional sein, kann also sowohl empfangen als auch senden. Der Vorteil einer solchen Verbindung ist das sie als COM-Schnittstelle angesteuert werden kann was relativ einfach zu implementieren ist. Die Verbindung ist ausfallsicher und einfach aufrechtzuerhalten.

3.5.4 Funktionale Sicht

4 Tests

4.1 Zylinder-Test

4.2 Schwungrad-Test

4.3 Drehzahl-Test

4.4 Brushless-Motor-Test

4.4.1 Aufbaubeschreibung

Dieses Kapitel ist eine Zusammenarbeit der Gruppen T27 und T32. Das Schema des gesamten Aufbaus des Tests ist in der Abbildung 1 abgebildet. Die 3-Phasen H-Brücke oben im grünen Rechteck wird direkt vom FPGA angesteuert. Die Hardware dieser Brücke ermöglicht eine voll galvanisch getrennte Ansteuerung mit 3.3V Logikpegeln. Diese Brücke wurde zur Verfügung gestellt und verwendet. Die Rekonstruktion der Hallsensoren-Signale findet im rot markierten Teil des Aufbaus statt. Dieser Part wurde auf einer Laborplatte aufgebaut und zusammen gelötet. Die so generierten Signale $U_{Hall\text{sensor}}$, $V_{Hall\text{sensor}}$, $W_{Hall\text{sensor}}$ werden einem FPGA geliefert. Anhand dieser Signale steuert das FPGA die H-Brücken-Transistoren mittels der Signale U_h , U_l , V_h , V_l , W_h , W_l . Die im FPGA enthaltene Konfiguration sind simple AND-Verknüpfungen, die die anliegenden Signale sehr schnell und effizient verarbeiten. Auf diese Weise ist es möglich, den Motor sehr schnell anzusteuern.

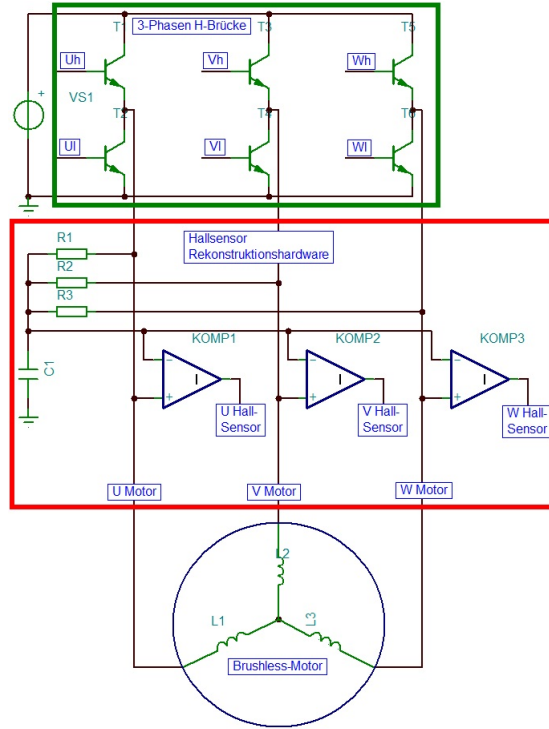


Abb. 1: Schema des Brushless-Versuchsaufbaus

In der Abbildung 2 ist der gesamte Aufbau abgebildet. Man beachte die markierten Felder. Am unteren linken Rand ist der Motor befestigt. In der Mitte des Bildes ist die Hardware, mit welcher die Hallsensoren Signale rekonstruiert werden. Die generierten Signale werden dem FPGA in der unteren linken Ecke zugeführt. Diese Signale werden logisch verknüpft und danach werden die sechs Signale generiert um die H-Brücke in der oberen rechten Hälfte anzusteuern. Diese wiederum treiben den Motor an. Die im FPGA enthaltene Logik basiert auf der Wahrheitstabelle, die in Abbildung ?? abgebildet ist.

4.4.2 Messmittel

Gerät	Typ	Nummer
Speisegerät	Rohde & Schwarz NGSM 32/10	Inv. Nr. 009
Oszilloskop	Agilent MSO6052A	Inz. Nr. 44 S/N: MY44001903
Mainframe	Hameg HM8001-2	SN: 059520046
Speisegerät	Hameg HM8040-3	SN: 015405014
Pulsgenerator	Hameg HM8035	Inv. Nr. 44

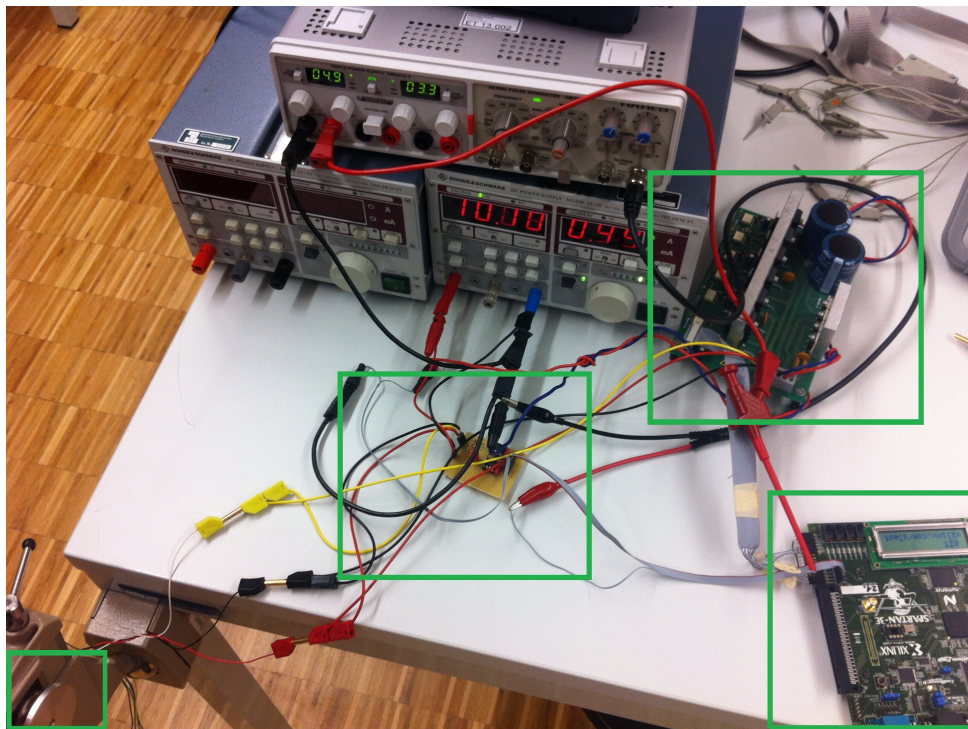


Abb. 2: Testaufbau

4.5 Acrylglas-Test

5 Projektplanung /-Management

Das Projektteam 32 besteht aus sieben Personen welche sich auf folgende Studienrichtungen aufteilen: Drei Personen Maschinentechnik, drei Personen Informatik und eine Person Elektrotechnik. Die Studienrichtungen sind sogleich die jeweiligen Verantwortungen. In den Bereichen mit mehreren Projektmitgliedern wird die Verantwortung für Teilaufgaben jeweils situativ verteilt. Für allgemeine Projektarbeiten ist jeweils die Hauptverantwortliche Person bestimmt. Diese kann Teilaufgaben definieren und sie an andere Teammitglieder zur Bearbeitung delegieren. Die Hierarchie im Team ist bewusst flach und ohne eigentlichen Projektleiter gehalten. Entscheide werden im Plenum diskutiert und gefällt. Die Leitung oder Führung einer Besprechung obliegt der oder den Verantwortlichen des jeweiligen Themas. Mit dieser Teamstruktur ist gewährleistet, dass alle Mitglieder Verantwortung tragen können und müssen. Dies soll Motivation und Eigeninitiative fördern.

5.1 Kosten

5.2 Zeit

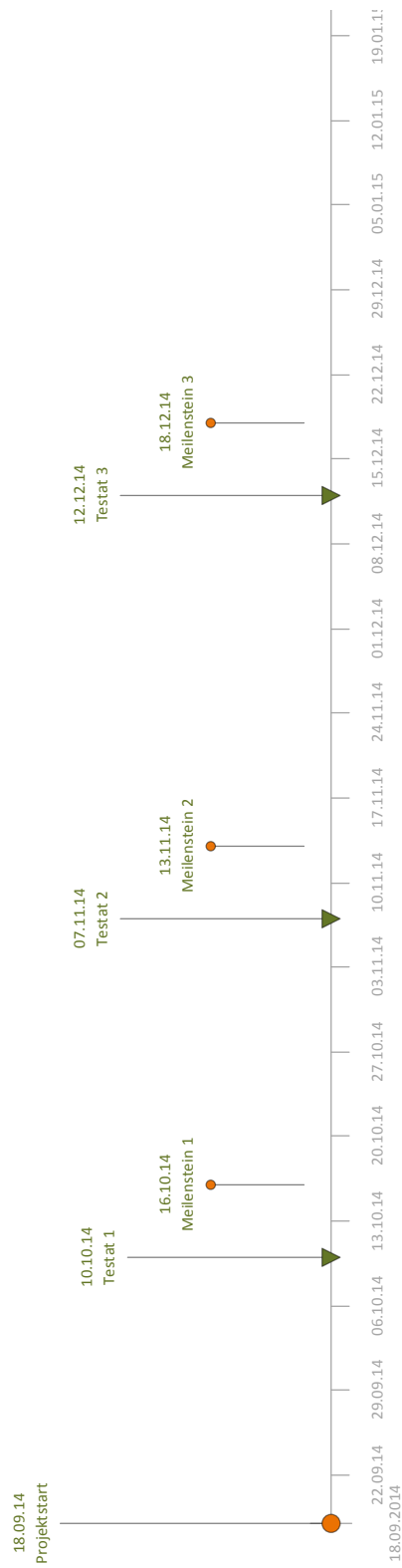


Abb. 3: Zeitplan des Projekts

6 Schlusdiskussion

Die Zusammenarbeit in der Gruppe war ausgezeichnet. Nach einer kurzen Einschwingphase konnte direkt mit der Erarbeitung eines Konzept begonnen werden.

6.1 Rückblick

Eine wichtige Erkenntnis wurde im PREN1-Modul bezüglich kollaboratives Arbeiten gewonnen. Der Austausch aller Dateien fand via Dropbox statt. Dieses Modell zeigte jedoch mit der Zeit schwächen, vor allem bezüglich gemeinsames editieren eines Dokuments. Es wäre daher eine Diskussion wert, die Dokumente welche von mehreren Teammitgliedern bearbeitet werden, auf eine Plattform für kollaboratives Arbeiten (z.B. Google Drive) auszulagern und die Dropbox als reinen Dateiaustausch beizubehalten.

Im PREN2-Modul müssen wir vermehrt und verbessert zu Beginn einer Meilensteinphase absprechen oder abklären, welche Dokumente mit welchem spezifischen Inhalt erstellt sein müssen. Jedesmal mussten wir vor einem Meilenstein die Dokumente überarbeiten oder gar neu erstellen, weil sich zeigte, dass der Inhalt nicht dem Geforderten entsprach.

Wir haben bewusst eine flache Teamhierarchie gewählt und managen unser Projekt so, das jedes Teammitglied die Verantwortung für einen festgelegten Bereich erhält. Generelle Diskussionen zu Projektmanagement-Themen werden im Plenum besprochen und allfällige Entscheide gegebenenfalls gefällt. Bis zum jetzigen Zeitpunkt funktioniert diese Art der Zusammenarbeit ohne grosse Probleme und Reiberein.

Es hat sich gezeigt, dass man in Diskussionen rasch vom eigentlichen Thema abweicht oder nicht mehr zielgerichtet diskutiert. Alle Teammitglieder sollten vermehrt darauf bedacht sein, themenbezogen und effizient an einer Lösung zu diskutieren.

6.2 Ausblick

Abbildungsverzeichnis

1	Schema des Brushless-Versuchsaufbaus	9
2	Testaufbau	10
3	Zeitplan des Projekts	12

A Anhang

A.1 Berechnung