

# Projektordner

Zu Projekt „EcoRob“, Gruppe 1

## Inhaltsverzeichnis

- Lastenheft
- Pflichtenheft
- Übersicht der Personalkosten
- Einzeldokumentationen
  - Boost-Converter
  - Motortreiber-Platine
  - Fahrstrategie



**PP**

## **Lastenheft**

---

# Vorlage Lastenheft „Mobiler Roboter“

**Version 0.4**

Autor des Dokuments	Prof. Dr. Höger	Erstellt am	26.09.2017
Dateiname	PP Lastenheft Mobiler Roboter Rev.0.4.doc		
Seitenanzahl	8	© 2009 <i>PP</i>	<b>Vertraulich!</b>

## Historie der Dokumentversionen

Version	Datum	Autor	Änderungsgrund / Bemerkungen
0.1	29.Sept.2009	Prof. Höger	Ersterstellung Lastenheft „Mobiler Roboter“
0.2	14.Sept.2011	Prof. Höger	Aktualisierung
0.3	24.Sept.2012	Prof. Höger	Aktualisierung
0.4	31.08.2017	Prof. Höger	Aktualisierung auf Einsatz Arduino

## Inhaltsverzeichnis

Historie der Dokumentversionen.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Einleitung .....	3
1.1 Allgemeines .....	3
1.1.1 Zweck und Ziel dieses Dokuments .....	3
1.1.2 Projektbezug .....	3
1.1.3 Abkürzungen.....	3
1.1.4 Ablage, Gültigkeit und Bezüge zu anderen Dokumenten.....	3
1.2 Verteiler und Freigabe .....	3
1.2.1 Verteiler für dieses Lastenheft.....	3
1.3 Reviewvermerke und Meeting-Protokolle.....	3
1.3.1 Erstes Review - Projektauftrag .....	3
1.3.2 Zweites Review – Schaltungs-/SW-Verifikation .....	3
2 Konzept und Rahmenbedingungen .....	4
2.1 Ziele des Auftraggebers .....	4
2.2 Ziele und Nutzen des Anwenders.....	4
2.3 Anwender / Zielgruppe .....	4
2.4 Systemvoraussetzungen und Einsatzbedingungen .....	4
2.5 Ressourcen .....	4
3 Beschreibung der Anforderungen .....	5
3.1 Anforderung 1.....	5
3.2 Anforderung 2.....	6
3.3 Anforderung 3.....	6
3.4 Anforderung 4.....	7
3.5 Anforderung 5.....	7
3.6 Anforderung 6.....	8
4 Freigabe / Genehmigung .....	8

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

### 1.1.1 Zweck und Ziel dieses Dokuments

Dieses Lastenheft beschreibt die Anforderungen an das im Rahmen des Projektpraktikums Schaltungstechnik (PP) herzustellende Produkt „Mobiler Roboter“. Im Lastenheft werden all die Anforderungen hinterlegt, die im weiteren Verlauf über Erfolg oder Misserfolg des Projekts in der Dimension „Qualität“ entscheiden.

### 1.1.2 Projektbezug

Das Projektpraktikum findet an 12..14 regulären Terminen á 4 Stunden entsprechend Stundenplan im Rahmen einer Gruppenarbeit statt. Der weitere Rahmen des Praktikums ist in einem separaten Dokument beschrieben.

### 1.1.3 Abkürzungen

PP: Projektpraktikum

### 1.1.4 Ablage, Gültigkeit und Bezüge zu anderen Dokumenten

Dieses Lastenheft stellt die Basis für das von jeder Projektgruppe zu erstellende „Pflichtenheft“ dar, in dem beschrieben wird wie die Anforderungen aus dem vorliegenden Lastenheft realisiert werden.

## 1.2 Verteiler und Freigabe

### 1.2.1 Verteiler für dieses Lastenheft

Rolle / Rollen	Name	Telefon	E-Mail	Bemerkungen
Projektleiter	N.N.	tbd	tbd	Tbd
PP Koordinator	Prof. Hoeger	089 1265-3422	<a href="mailto:hoeger@hm.edu">hoeger@hm.edu</a>	

## 1.3 Reviewvermerke und Meeting-Protokolle

### 1.3.1 Erstes Review - Projektauftrag

Bevor detaillierte Arbeiten zum Schaltungsentwurf bzw. zur Codierung der SW starten sollen das inhaltliche Konzept („Entwurf“) sowie Kosten- und Zeitrahmen in Form eines offiziellen Projektauftrags vom Lenkungsausschuss freigegeben werden. Die Freigabe soll im Rahmen einer Sitzung mit dem Lenkungsausschuss (= jeweilige Betreuer) auf Basis einer Projektvorlage stattfinden. Die Einladung zu dieser Sitzung hat vom Projektleiter zu erfolgen. Der Entwurf zur technischen Realisierung soll in Form eines Pflichtenhefts vorgelegt werden. Eine Vorlage dafür wird bereitgestellt.

### 1.3.2 Zweites Review – Schaltungs-/SW-Verifikation

Bevor Layoutdaten zur Herstellung einer oder mehrerer Platine gesandt werden bzw. Konstruktionszeichnungen für mechanische Komponenten an die Werkstatt gegeben werden, soll eine Verifikation von Schaltungsentwurf, SW Entwurf und Mechanik im Rahmen eines Reviews erfolgen. Dieses Review soll auf Basis einer Checkliste mit dem vollständigen Projektteam durchgeführt werden. Ein erster Entwurf einer Checkliste wird als Vorlage bereitgestellt. Das Ergebnis des Reviews ist von einem der Betreuer auf Basis der ausgefüllten Checkliste sowie einer Aktionsliste („Wer?“, „Was?“, „Bis wann?“, „Status?“) bezogen auf offene Checkpunkte von einem der Betreuer gegenzuzeichnen.

## 2 Konzept und Rahmenbedingungen

### 2.1 Ziele des Auftraggebers

Der Anbieter zielt grundsätzlich an im Rahmen des Projektpraktikums einzelne Module eines Robotersystems zu entwickeln bzw. zu ergänzen. Im speziellen Projekt soll ein energieeffizienter Mobiler Roboter „EcoRob“ entstehen, der auf einem vorgegebenen Parcours eine möglichst weite Strecke zurücklegt.

### 2.2 Ziele und Nutzen des Anwenders

Der Anwender soll durch den „EcoRob“ die Möglichkeit erhalten an einem Wettbewerb teilzunehmen: Nach dem "Betanken" der Energiespeicher (=Ultracaps) mit einem exakt definiertem Energievorrat und Start per Knopfdruck soll sich der "EcoRob" auf dem Parcours autonom und energiesparend vorwärts bewegen. Sieger des Wettbewerbs ist derjenige "EcoRob", der auf dem Parcours die meisten Runden schafft bis der "Tank" leer ist. Die Fahrzeit spielt dabei keine Rolle.

Das primäre Ziel des Anwenders ist selbstverständlich, den Wettbewerb zu gewinnen.

Basierend auf dem modularen Konzept soll das Robotersystem auch in nachfolgenden Semestern weiterentwickelt werden. Eine einfach verständliche und vollständige Dokumentation einzelner Module ist daher unabdingbar.

### 2.3 Anwender / Zielgruppe

Anwender sind technisch versierte Nutzer des Robotersystems, vorrangig Studierende der Elektrotechnik sowie aus dem Studiengang „Regenerative Energien“.

### 2.4 Systemvoraussetzungen und Einsatzbedingungen

Der mobile Roboter baut auf einer vorhandenen Roboter-Systemumgebung auf. Dazu werden bereitgestellt:

- Alu-Trägerplatte, 2 Gleichstrom-Getriebemotoren mit Encoder, 2 Antriebsräder und 1 Stützrad
- Infrarot Abstands-Sensoren
- Arduino Entwicklungs-Board mit Prozessor ATmega 2560 mit USB Programmier-Schnittstelle, und serieller Kommunikation
- Basishield zum Aufstecken auf das Arduino Entwicklungs-Board mit Steckanschlüssen für die im Projekt erforderlichen Schnittstellen, 4 Tastern und 8 LEDs incl. Spannungsversorgung (Steuerspannung)
- Software-Entwicklungsumgebung (Arduino IDE) und Funktionsbibliothek (C-Funktionen) zur Initialisierung und Nutzung der vorhandenen HW-Schnittstellen

Der mobile Roboter soll in Räumen ebenso wie im Freien in einem Temperaturbereich zwischen 5°C und 45°C einsetzbar sein. Die Umgebung ist trocken und staubfrei.

### 2.5 Ressourcen

Alle direkt verfügbaren Bauteile / Komponenten für die Schaltungsentwicklung sind den Internetseiten zum Projektpraktikum (moodle) zu entnehmen (Dokumente zum PP). Muster der Bauteile können über die Betreuer bzw. bei Frau Thürstein besichtigt werden.

Bei der Entwicklung sind die üblichen technischen Vorschriften bzgl. EMV, Sicherheit, Umwelt etc. zu beachten und bereits bei der Entwicklung zu berücksichtigen. (siehe auch Dokumente zum PP)

Die Fertigung der Platine(n) erfolgt durch die Firma PCB-Center, die Bestückung der Platine(n) erfolgt durch das Projektteam.

Die Montage der Komponenten auf der Alu-Trägerplatte und die Herstellung der Steckverbindungen zwischen den Platinen und zu den Stromversorgungen erfolgt durch das Projektteam.

Für den Schaltungsentwurf wird die Software „EAGLE“ eingesetzt, für Planungsaufgaben und Textverarbeitung steht die Software „Planner“ bzw. „OpenOffice“ zur Verfügung.

Unterlagen zu den bereits vorhandenen Baugruppen und Komponenten des Roboters sowie die Beschreibung der vorhandenen Software und Software-Entwicklungsumgebung sind der Internetseite zum PP zu entnehmen.

## 3 Beschreibung der Anforderungen

Im Folgenden werde speziell zu berücksichtigende bzw. umzusetzende Anforderungen beschrieben

### 3.1 Anforderung 1

Nr. / ID	LH_WS09_01	Nichttechnischer Titel	Autonomes Fahren auf Rundkurs		
Quelle	Betreuer	Verweise		Priorität	hoch
<b>Beschreibung</b> Der mobile Roboter "EcoRob" soll in der Lage sein auf einem vorgegebenen Parcours autonom (d.h. ohne Hilfestellung durch den Anwender) möglichst weit zu fahren. Dabei gelten folgende Randbedingungen: <ul style="list-style-type: none"><li>- der Energietank (Ultracap) des Roboters wird vor dem Fahren auf dem Rundkurs geladen</li><li>- der Anwender setzt den mobilen Roboter in Fahrtrichtung auf die Startlinie im Parcours</li><li>- der Roboter signalisiert über Leuchtdioden die Fahrbereitschaft</li><li>- der Anwender startet das Fahrzeug per Knopfdruck</li><li>- der Roboter soll sich auf dem Rundkurs mit Hilfe der vorhandenen Sensorik orientieren und mit der gespeicherten Energie möglichst viele Runden bzw. eine möglichst weite Strecke zurücklegen (zu optimierender Performance Indikator: Anzahl Runden pro Wh)</li><li>- im Falle einer drohenden Kollision soll der Roboter selbsttätig anhalten und einen Wartezustand signalisieren. Eine anschließende Weiterfahrt soll durch den Anwender per Knopfdruck freigegeben werden. Eine Fortsetzung der Fahrt nach einer erkannten Kollision mit der Berandungs des Parcours ist grundsätzlich zulässig.</li></ul>					

### 3.2 Anforderung 2

Nr. / ID	LH_WS09_02	Nichttechnischer Titel	Beschaffenheit des Parcours		
Quelle	Betreuer	Verweise		Priorität	hoch
<b>Beschreibung</b> Der Roboter soll in der Lage sein, auf einem Parcours mit folgenden Eigenschaften zu fahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>- der Parcours ist ein Rundkurs mit beidseitiger Berandung und ebenem, glatten Untergrund</li> <li>- die Berandung ist ausreichend hoch, um von den Infrarot-Abstands-Sensoren sicher erfasst zu werden.</li> <li>- die "Fahrbahn" ist zwischen 40cm und 80 cm breit</li> <li>- der Parcours ist als Polygonzug aus geraden Berandungselementen gestaltet; die minimale Länge eines Elements beträgt 50 cm; die Berandungselemente sind stumpfwinklig aneinandergesetzt, wobei kein Winkel der äusseren Begrenzung kleiner als 135° und der inneren Begrenzung größer als 225° ist</li> <li>- der mobile Roboter ist auf dem Parcours allein unterwegs; Hindernisse sind nicht vorhanden</li> <li>- die genaue Form des Parcours ist vorab nicht bekannt</li> <li>- der Parcours soll wahlweise (abhängig von der Startausrichtung) im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn durchfahren werden können</li> <li>- für Probeläufe stehen vorab Berandungselemente zur Verfügung</li> </ul>					

### 3.3 Anforderung 3

Nr. / ID	LH_WS09_03	Nichttechnischer Titel	Energiespeicher		
Quelle	Betreuer	Verweise	Datenblatt Ultracap	Priorität	hoch
<b>Beschreibung</b> Als mobile Energiespeicher sollen zwei unterschiedliche Typen verwendet werden: Ein Akku-Pack für die Versorgung des Microcontrollers und der Signalelektronik und zwei Ultracaps zur Speicherung der Fahr-Energie für die Antriebsmotoren. Für die Ultracaps sind folgende Bedingungen einzuhalten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die maximale Ladespannung eines Ultracap beträgt 2,5 V</li> <li>- die Kapazität eines Ultracap ist größer oder gleich 300 Farad</li> <li>- die beiden Ultracaps können in Parallelschaltung oder in Serienschaltung betrieben werden</li> <li>- eine geeignete mechanische Befestigung der Ultracaps auf der Aluplatte ist vorzusehen</li> <li>- für den Kurzschlussfall ist eine Sicherung (Schmelzsicherung) vorzusehen</li> </ul>					

### 3.4 Anforderung 4

<b>Nr. / ID</b>	LH_WS09_n	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Motorsteuerung		
<b>Quelle</b>	Betreuer	<b>Verweise</b>	Datenblatt EMG30 PP-Dokumente	<b>Priorität</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> Fortbewegung und Richtungsänderung des Roboters soll durch zwei Gleichstrom- Antriebsmotoren vom Typ EMG30 erfolgen. Dabei soll es möglich sein: <ul style="list-style-type: none"><li>- die Fahrgeschwindigkeit zu variieren</li><li>- gezielte Richtungsänderungen zu erzeugen</li><li>- wahlweise vorwärts oder rückwärts zu fahren</li></ul>					

### 3.5 Anforderung 5

<b>Nr. / ID</b>	LH_WS09_03	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Motorspeisung (Motortreiber)		
<b>Quelle</b>	Betreuer	<b>Verweise</b>	Datenblatt EMG30 PP-Dokumente	<b>Priorität</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> Es ist eine leistungselektronische Baugruppe „Motortreiber“ zu entwickeln, die geeignet ist die beiden Motoren anzutreiben. Entsprechend den Leistungsdaten des Motors ergeben sich für diese Baugruppe folgende Anforderungen: <ul style="list-style-type: none"><li>- Eingangsspannung (Leistungsteil) +12 V, die Energie soll den Ultracaps entnommen werden</li><li>- Versorgungsspannung (Elektronik) +5V</li><li>- Spannungsbereich bipolar einstellbar zwischen – 12V und +12V</li><li>- Steuerung der Spannung durch den Microcontroller</li><li>- feinstufige Einstellung der Spannung in mindestens 100 Stufen</li><li>- Motorstrom zwischen 200 und 600 mA (normaler Fahrbetrieb)</li><li>- Motorstrom (blockierter Motor) 2,5 A</li><li>- Schutz des Motors und der leistungselektronischen Baugruppe vor Überlastung</li></ul>					



### 3.6 Anforderung 6

<b>Nr. / ID</b>	LH_WS09_n	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Boost-Converter (DC-DC-Wandler)		
<b>Quelle</b>	Betreuer	<b>Verweise</b>	Datenblatt Ultracap PP-Dokumente	<b>Priorität</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> <p>Die Energie für die Fortbewegung des Roboters und damit die Speisung des Motortreibers soll ausschließlich den beiden Ultracaps entnommen werden. Da deren Spannungsniveau zu niedrig ist, soll eine Baugruppe „Boost Converter“ zum Hochsetzen der Gleichspannung entwickelt werden. An diese Baugruppe werden folgende Anforderungen gestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Erzeugung einer konstanten Ausgangsspannung (+12V) aus einer variablen Eingangsspannung</li><li>- Eingangs-Spannungsbereich bei Serienschaltung der Ultracaps 5V .... 1V</li><li>- (optional) Eingangs-Spannungsbereich bei Parallelschaltung der Ultracaps 2,5V .... 1V</li><li>- Begrenzung des Eingangsstroms auf ca. 10 A</li><li>- Kurzschluss-Schutz (Sicherung)</li><li>- Schalter zur galvanischen Trennung von den UltraCaps</li><li>- Aktivierung / Steuerung / Regelung durch den Microcontroller</li><li>- Die Baugruppe „Boost Converter“ kann in die Baugruppe „Motortreiber“ integriert werden</li></ul>					

## 4 Freigabe / Genehmigung

Die Genehmigung der im Lastenheft festgelegten Anforderungen erfolgt durch die Betreuer. Änderungen können sinnvoll sein, müssen aber von der Betreuern genehmigt und schriftlich fixiert werden. Sie führen im Einzelfall zu einer neuen Revision dieses Dokuments

<b>Datum:</b>	
<b>Unterschrift Auftraggeber:</b>	

# <Hier könnte Ihre Werbung stehen>

Autor des Dokuments	<i>Yang</i>		Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc			
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>	<b>Vertraulich!</b>	

## Pflichtenheft

---

# Pflichtenheft

**Version 1.0**

## Historie der Dokumentversionen

Version	Datum	Autor	Änderungsgrund / Bemerkungen
0.1	12.10.17	Yang	Ersterstellung
0.2	19.10.17	Yang	Update
1.0	21.12.17	Yang	Release

Autor des Dokuments	Yang		Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc			
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>		<b>Vertraulich!</b>

# Inhaltsverzeichnis

Historie der Dokumentversionen.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	2
1    Einleitung .....	3
1.1    Allgemeines .....	3
1.1.1    Zweck und Ziel dieses Dokuments .....	3
1.1.2    Projektbezug Das Projektpraktikum findet an 12..14 regulären Terminen á 4 Stunden entsprechend Stundenplan im Rahmen einer Gruppenarbeit statt. Der weitere Rahmen des Praktikums ist in einem separaten Dokument beschrieben. ....	3
1.1.3    Abkürzungen.....	3
1.1.4    Ablage, Gültigkeit und Bezüge zu anderen Dokumenten.....	3
1.2    Verteiler und Freigabe .....	3
1.2.1    Verteiler für dieses Lastenheft.....	3
2    Konzept und Rahmenbedingungen .....	3
2.1    Ziele des Auftraggebers .....	3
2.2    Ziele und Nutzen des Anwenders.....	3
2.3    Benutzer / Zielgruppe .....	3
2.4    Systemvoraussetzungen .....	4
2.5    Ressourcen .....	4
2.6    Übersicht der Meilensteine .....	4
3    Beschreibung des Produkts und zugehöriger Leistungen .....	4
3.1    Produktstruktur .....	4
3.1.1    Blockstruktur.....	4
3.1.2    HW Komponenten und deren wesentliche Parameter .....	4
3.1.3    Funktionsstruktur .....	5
3.1.4    Beschreibung wesentlicher Funktionen.....	5
3.2    Leistungen des Produkts .....	5
3.2.1    Leistungsübersicht.....	5
3.2.2    Testkriterien und Testnachweis .....	5
3.3    Nichtfunktionale Rahmenbedingungen .....	6
4    Freigabe / Genehmigung .....	6
5    Anhang / Ressourcen .....	7

Autor des Dokuments	Yang	Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc		
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>	<b>Vertraulich!</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

### 1.1.1 Zweck und Ziel dieses Dokuments

Dieses Pflichtenheft beschreibt die Entwicklung eines effizienten, autonom fahrenden Roboters „EcoRob“.

### 1.1.2 Projektbezug

Das Projektpraktikum findet an 12..14 regulären Terminen á 4 Stunden entsprechend Stundenplan im Rahmen einer Gruppenarbeit statt. Der weitere Rahmen des Praktikums ist in einem separaten Dokument beschrieben.

### 1.1.3 Ablage, Gültigkeit und Bezüge zu anderen Dokumenten

Dieses Dokument liegt im Unterordner „Dokumente“ im Projektverzeichnis. Es bezieht sich auf das Lastenheft (lastenheft.pdf), das im gleichen Unterordner zu finden ist.

## 1.2 Verteiler für dieses Pflichtenheft

Rolle / Rollen	Name	E-Mail	Bemerkungen
Betreuer	Sommer	egon.sommer@hm.edu	
Projektleiter	Yang	anton.yang@hm.edu	
Entwickler HW	Plattner	Hansi.2010@web.de	
Entwickler HW	Meyerhofer	meyerhof@hm.edu	
Entwickler SW	Rieger	patrickrieger@freenet.de	
Entwickler SW	Rüger	rueger@hm.edu	

# 2 Konzept und Rahmenbedingungen

## 2.1 Ziele des Auftraggebers

Ziel der Entwicklung ist ein autonom fahrender Roboter („EcoRob“) auf Grundlage einer bestehenden Hardwareplattform. Mechanische Konstruktion sowie ein Mikrocontroller inkl. Schnittstellenbeschreibung werden von dieser Plattform übernommen.

„EcoRob“ muss in der Lage sein, einen unbekannten Rundkurs autonom abfahren zu können. Dabei soll aus einer definierten Energiemenge heraus ein Maximum an zurückgelegter Strecke erzielt werden (Effizienz-Ziel).

## 2.2 Ziele und Nutzen des Anwenders

Der Anwender soll mit dem Roboter an Wettbewerben teilnehmen können. Dazu wird eine Schnittstelle bereitgestellt, mit der der Anwender auf die Fahrstrategie von „EcoRob“ einwirken kann.

## 2.3 Benutzer / Zielgruppe

„EcoRob“ richtet sich an erfahrene Nutzer, die mit der Programmierung von Arduino-Systemen vertraut sind. „EcoRob“ eignet sich besonders, um die effiziente Nutzung von elektrischen Energiespeichern im Zusammenhang mit Elektromobilität zu erarbeiten.

Autor des Dokuments	Yang	Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc		
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>	<b>Vertraulich!</b>

## 2.4 Ressourcen

Neben den im Lastenheft definierten Ressourcen sind für die Entwicklung Messgeräte (Oszilloskop, Digitalmultimeter, Labornetzteil) sowie ein Trainings-Pacours erforderlich.

Für Vermessung und Parametrierung sind zusätzlich Lastwiderstände, ein Drehpotenziometer sowie Anschlusskabel erforderlich.

## 2.5 Übersicht der Meilensteine

<b>Vorbereitung</b>	
Freigabe Pflichtenheft	26.10.17
<b>Hardware-Entwurf</b>	
Gesamtkonzept mit wohl definierten Schnittstellen vorhanden	26.10.17
Review Schaltung und Layout	2.11.17
Fertigstellung der Daten für Platinenherstellung	9.11.17
<b>Software-Entwurf</b>	
Gesamtkonzept mit definierten Modulen vorhanden	16.11.17
Testroutinen für Platinen vorhanden	23.11.17
Inbetriebnahme Platinen und Verifizierung SW-Konzept	30.11.17
<b>Integration und Implementierung</b>	
Inbetriebnahme Gesamtaufbau	7.12.17
Inbetriebnahme Reglerkonzept	14.12.17
Reglerparametrierung abgeschlossen	21.12.17
<b>Projektende</b>	
Abnahme	11.1.18

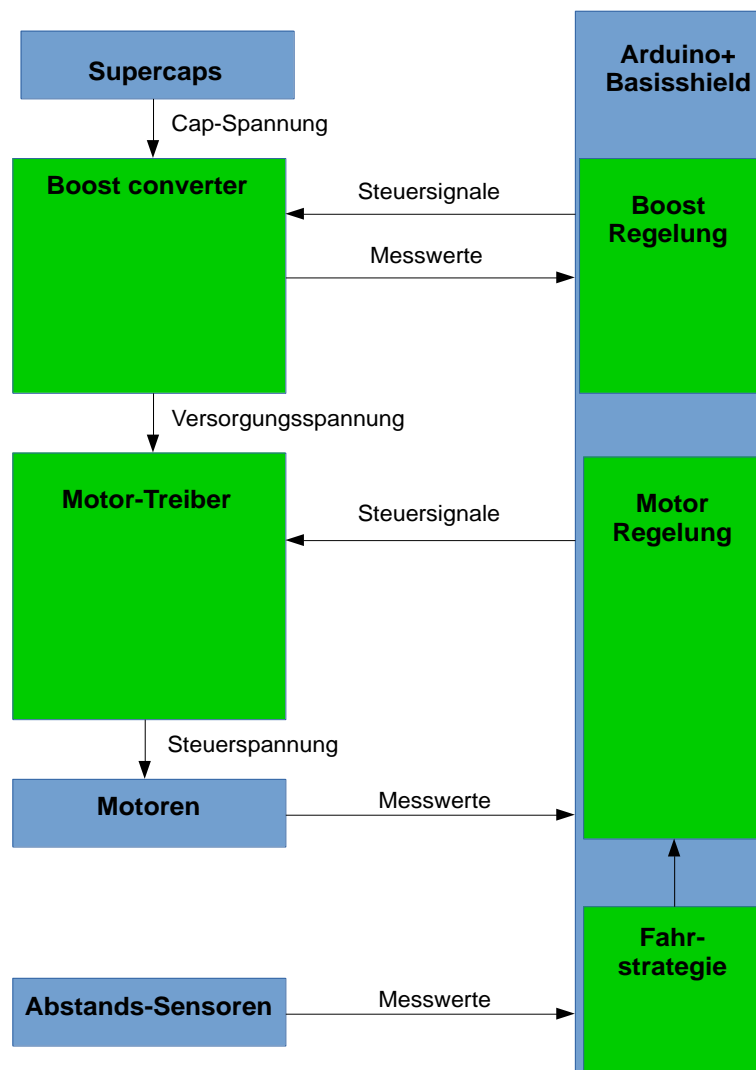
Autor des Dokuments	Yang	Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc		
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>	<b>Vertraulich!</b>

## 3 Beschreibung des Produkts und zugehöriger Leistungen

### 3.1 Produktstruktur

#### 3.1.1 Blockstruktur

Das folgende Blockdiagramm zeigt die Struktur des fertigen Produkts mit bereits vorhandenen Komponenten (blau) und neu entwickelten Komponenten (grün).



Autor des Dokuments	Yang		Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc			
Seitenanzahl	9	© PPST	<Hier könnte Ihre Werbung stehen>	
				<b>Vertraulich!</b>

### 3.1.2 HW Komponenten und deren wesentliche Parameter

#### Boost-Converter

Die von den Ultracaps bereitgestellte Spannung (max. 5V) wird durch einen Hochsetzsteller (Boost-Converter) in die höhere Motortreiber-Versorgungsspannung (12V) umgewandelt. Die Ausgangsspannung bleibt auch dann konstant, wenn die Ladung der Ultracaps zurückgeht.

#### Motortreiber

Der Motortreiber steuert beide Motoren unabhängig voneinander an. Die Fahrtrichtung (vorwärts bzw. rückwärts) kann ebenso wie die Drehzahl variiert werden. Somit sind Vorwärts-, Rückwärts- und Kurvenfahrt mit variablem Radius möglich.

### 3.1.3 Funktionsstruktur

#### Boost-Regelung

Die Regelung des Hochsetzstellers erfolgt durch ein Software-Modul. Dazu werden Ein- und Ausgangsspannung (Ultracap-Spannung und Motortreiber-Eingangsspannung) fortlaufend überwacht und durch einen, auf der Arduino-Plattform realisierten, Software-Regler geregelt.

#### Motor-Regelung (bzw. Motor-Steuerung)

Die Ansteuerung der beiden Motoren erfolgt über die Motortreiberplatine (per PWM von der Arduino-Plattform aus). Die Realisierung als Vollbrücke erlaubt Vorwärts- und Rückwärtsfahrt mit variabler Geschwindigkeit.

Die vorhandenen Encoder erlauben die Auswertung von Position und Drehzahl in weitergehenden Realisierungen.

#### Fahrstrategie

Durch die Auswertung der Abstands-Sensoren ist der Abstand zu Hindernissen in die Richtungen vorne rechts, vorne und vorne links bekannt. Die softwareseitig implementierte Fahrstrategie basiert auf der Regelung dieser Abstände.

So darf z.B. ein definierter Mindestabstand nicht unterschritten werden. Andernfalls hält „EcoRob“ an und signalisiert, dass ein Eingriff durch den Benutzer erforderlich ist.

Autor des Dokuments	Yang		Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc			
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>		<b>Vertraulich!</b>



### 3.1.4 Beschreibung wesentlicher Funktionen

<b>Nr. / ID</b>	PH-WS17_01	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Autonomes Fahren		
<b>Quelle</b>	Lastenheft	<b>Verweise</b>		<b>Priorität</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> EcoRob ist in der Lage einem beidseitig berandeten, 40-80 cm breiten Parcours selbstständig zu folgen. Der kleinste spezifizierte Kurvenradius beträgt dabei 135°. <p>Der autonome Fahrmodus beginnt, sobald EcoRob in die Startposition gebracht und die entsprechende Taste gedrückt wird. Er endet, wenn EcoRob eine drohende Kollision detektiert oder auf erneuten Tastendruck.</p>					

<b>Nr. / ID</b>	PH-WS17_02	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Motortreiber		
<b>Quelle</b>	Lastenheft	<b>Verweise</b>		<b>Priorität</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> Die Ansteuerung der beiden Gleichstrommotoren erfolgt durch eine Motortreiber-Platine mit folgenden Eckdaten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingang: +12V DC</li> <li>• Ausgang: +/-12V PWM</li> </ul> Vorwärts- und Rückwärtsfahrt sind möglich. Ebenso ist die Fahrgeschwindigkeit variabel.					

<b>Nr. / ID</b>	PH-WS17_03	<b>Nichttechnischer Titel</b>	Boost-Converter		
<b>Quelle</b>	Lastenheft	<b>Verweise</b>		<b>Quelle</b>	hoch
<b>Beschreibung</b> Die Versorgungsspannung des Motortreibers wird aus der Ultracap-Spannung durch einen Boost-Converter mit den folgenden Eckdaten generiert: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingang: +1..+5V DC / max. 10A (Schmelzsicherung)</li> <li>• Ausgang: +12V DC</li> </ul> Durch die Rückkopplung der Ausgangsspannung in den Controller wird eine gleichbleibende Ausgangsspannung gewährleistet, auch wenn die Eingangsspannung zurückgeht.					

Autor des Dokuments	Yang		Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc			
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>		<b>Vertraulich!</b>

## 3.2 Leistungen des Produkts

### 3.2.1 Leistungsübersicht

Für eine ordnungsgemäße Funktion von EcoRob müssen folgende Betriebsbedingungen eingehalten werden:

- Kondensatorspannung: 1...5VDC
- Betriebsumgebung: 5...45°C, staubfrei, trocken
- Sicherheitshinweise: Auf die richtige Polung der Ultracaps ist unbedingt zu achten.

### 3.2.2 Testkriterien und Testnachweis

Um die Funktion des Hochsetzstellers (inkl. Regelung) zu testen, werden Kennlinien mithilfe eines variablen Lastwiderstandes aufgenommen.

Der Motortreiber wird in Verbindung mit den Motoren getestet. Änderung der Fahrtrichtung sowie der Geschwindigkeit muss möglich sein.

Das Gesamtsystem wird auf dem Test-Parcours getestet. Dieser muss autonom abgefahren werden, ohne dass der Anwender eingreifen muss.

## 3.3 Nichtfunktionale Rahmenbedingungen

Bestandteile des Lieferumfangs sind:

- EcoRob Plattform inkl. Abstandssensoren, Motoren und Arduino Controller
- Boost-Converter-Platine (montiert)
- Motortreiber-Platine (montiert)
- Ultracaps
- Akkupack
- Anschlusskabel

## 4 Freigabe / Genehmigung







Die Genehmigung erfolgt durch den Praktikumsbetreuer.

<b>Datum:</b>	
<b>Unterschrift Projektleiter:</b>	
<b>Unterschrift eines Betreuers:</b>	

Autor des Dokuments	Yang	Erstellt am	11.01.2018
Dateiname	PPST Pflichtenheft.doc		
Seitenanzahl	9	© PPST <Hier könnte Ihre Werbung stehen>	<b>Vertraulich!</b>

# Übersicht der Personalkosten

Berechnungsgrundlagen: 5 Personen, ca. 11 Termine à 3 Stunden, 100€ pro Personenstunde

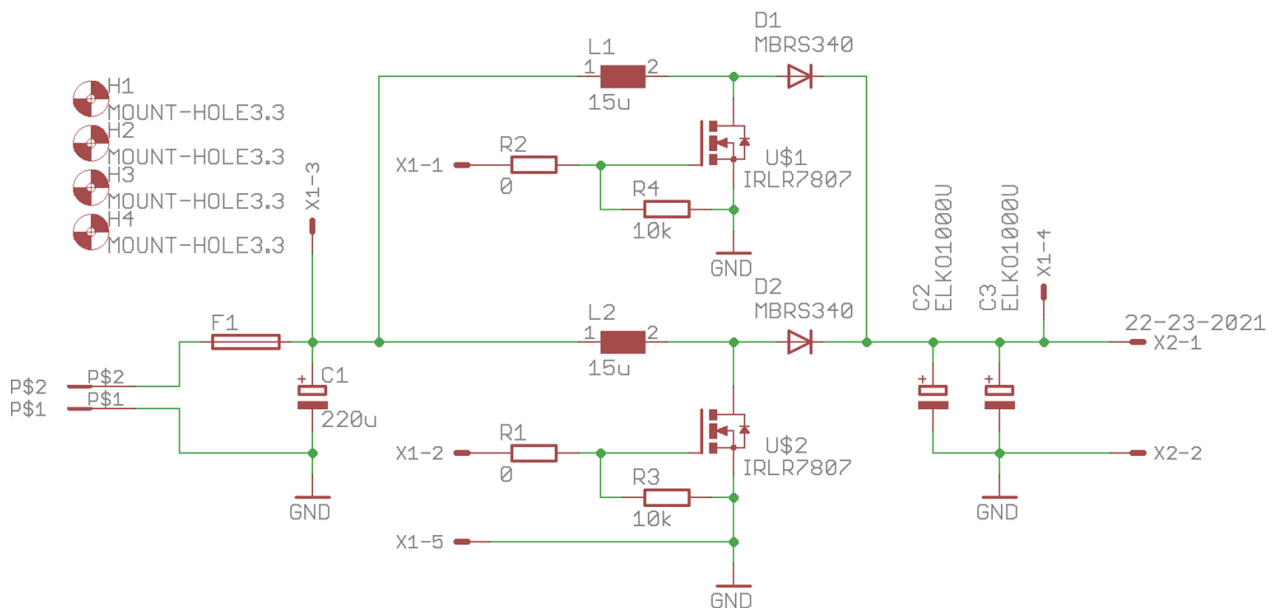
		Okt. 17	Nov. 17	Dez. 17	Jan. 18	GESAMT
AUSGABEN	TREND					
Administration, Dokumentation		700 €	500 €	800 €	500 €	2.500 €
Software-Entwicklung		1.800 €	2.800 €	- €	- €	4.600 €
Hardware-Entwicklung		2.000 €	1.900 €	- €	- €	3.900 €
Inbetriebnahme, Integration		- €	1.100 €	1.600 €	- €	2.700 €
Reglerentwurf		- €	- €	1.800 €	- €	1.800 €
GESAMTAUSGABEN		4.500 €	6.300 €	4.200 €	500 €	15.500 €

# Boostconverter

Um von der variablen und relativ niedrigen Spannung der Supercaps (1 – 4V) die benötigte Versorgungsspannung für den Antrieb (12V) zur Verfügung stellen zu können, ist ein Spannungswandler nötig.

## Schaltung

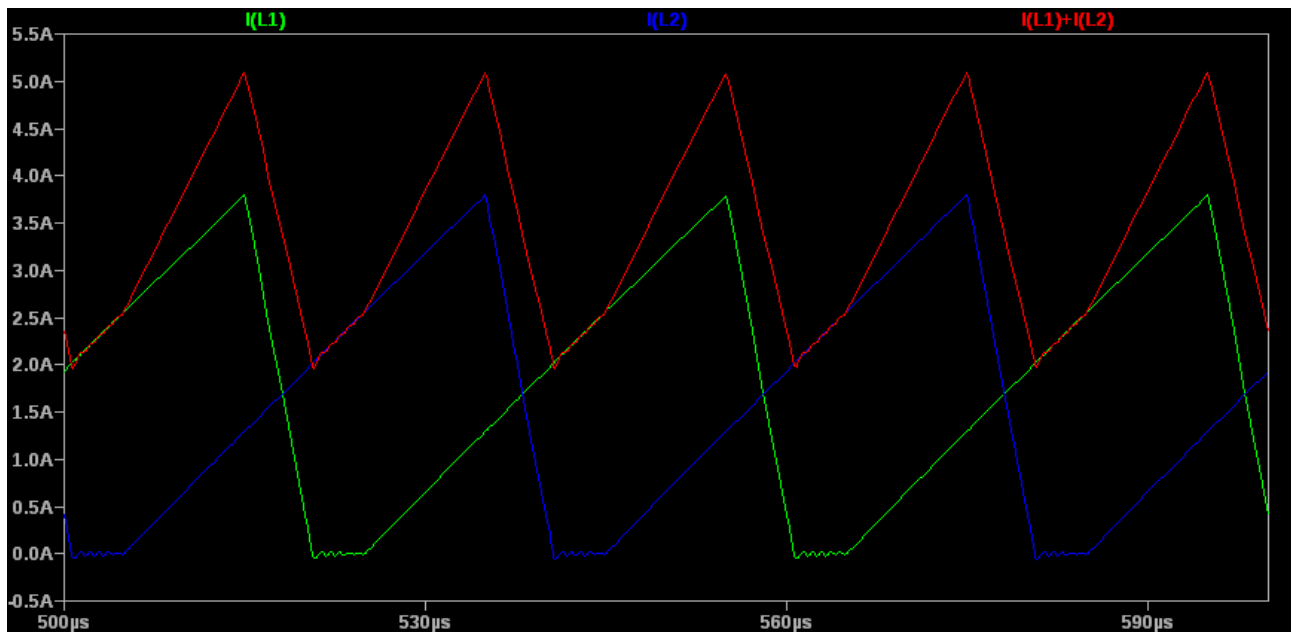
Als Spannungswandler habe ich mich, aufgrund der hohen Eingangsströme bei niedriger Versorgungsspannung, für einen zweiphasigen Boostconverter entschieden.



Bei diesem Schaltungskonzept teilt sich der Stromfluss symmetrisch auf zwei Zweige auf, was eine Reduzierung der durch Innenwiderstände von MosFET und Spule verursachten Verlustleistung auf ein Viertel zur Folge hat. Des Weiteren erscheint, hervorgerufen durch die Phasenverschiebung von 180°, die doppelte Schatfrequenz am Ausgang. Dies hat eine verringerte Rippelbelastung der Ausgangskondensatoren C2 und C3 zu Folge. Die Widerstände R1 und R2 wurden vorgesehen, um, bei zu großer Störabstrahlung, die Flankensteilheit der MosFETs begrenzen zu können. R3 und R4 sorgen für ein sicheres Abschalten der MosFETs im Resetzustand des Mikrocontrollers.

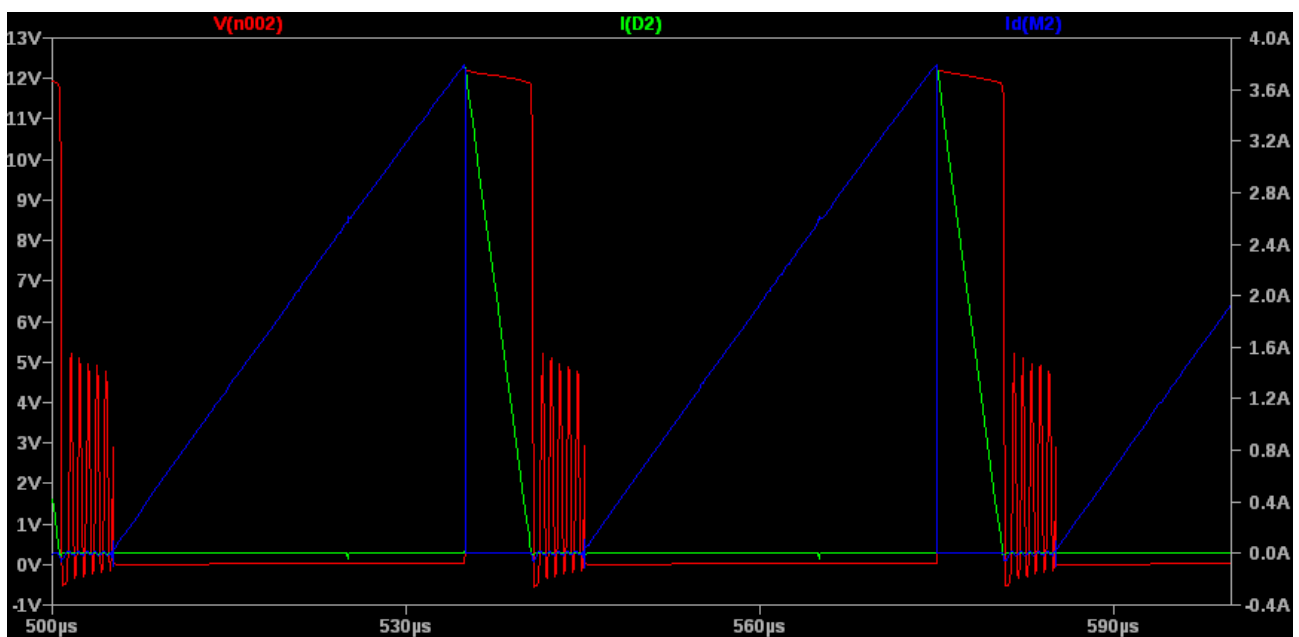
## Simulation

### Ströme in den Induktivitäten



@ $U_{in}=2V$ ;  $U_{out}=12V$ ;  $I_{out}=0,5A$

### Spannung und Ströme an den Halbleitern (eine Phase)



@ $U_{in}=2V$ ;  $U_{out}=12V$ ;  $I_{out}=0,5A$ ;  $V(n002)=U_{ds}$

## Bauteil Auswahl

### MosFETs

Bei der Auswahl des MosFETs spielt neben dem Drain-Source-Widerstand auch die Gateladung eine große Rolle. Da der AVR nur einen begrenzten Ausgangsstrom zur Verfügung stellt und kein Gatetreiber vorgesehen ist, entscheidet diese über einen Großteil der Verlustleistung. Des Weiteren muss ein Logiclevel MosFET verwendet werden, damit dieser bei 5V Gatespannung zuverlässig

durchschaltet. Nach diesen Kriterien habe ich aus der Liste der verfügbaren Bauteile den MosFET IRLR7807Z ausgewählt.

## **Induktivitäten**

Da die Auswahl recht begrenzt war, habe ich mich für die Induktivität mit dem kleinsten Gleichstromwiderstand und gleichzeitig dem größten Sättigungsstrom entschieden.

## **Dioden**

Bei den Dioden ist hauptsächlich auf die Vorwärtsspannung (möglichst klein) und die Strombelastbarkeit (möglichst groß) zu achten. Da der Wandler hauptsächlich im lückenden Betrieb verwendet wird spielt die reverse recovery time nur eine untergeordnete Rolle. Diese Bedingungen erfüllt die Schottkydiode MBR340 von den Verfügbaren Bauelementen am Besten.

# **Dokumentation Motortreiber**

## **Platine**

Projekt AT

# Inhaltsverzeichnis

1 Anforderungen.....	4
1.1 Motortreiber L6205PD :.....	4
1.2 Vorstellung des IC L6205PD:.....	4
1.3 Aufbau des Motortreiber:.....	4
1.4 Funktionen des Motortreiber:.....	4
2 Schaltungsentwurf.....	5
2.1 Stückliste.....	5
2.2 Konzept der Schaltung.....	5
2.2.1 Anforderung an das Konzept.....	5
2.2.2 Entwurf der Schaltung.....	6
2.2.2.1 Motortreiber.....	6
2.2.2.2 Strommessung.....	7
2.2.3 Platinen Anschlüsse.....	8
2.2.3.1 Flachbandkabel.....	8
2.2.3.2 Schraubklemmen für Motoranschlüsse bzw. der SuperCabs.....	9
3 Layout.....	10
3.1 Konzept des Layouts.....	10
3.1.1 Bauteile nur auf der Platinenoberseite.....	10
3.2 Layout der Schaltung.....	11
4 Löten der Platine.....	11
4.1 SMD Bauteile.....	11
4.2 Bedrahtete Bauteile.....	11
5 Testen der Platinen.....	11
5.1 Problem durch Bestückungsoptionen.....	11
5.2 Problem des „verdrehen“ Steckers SV1.....	11
5.3 Test.....	12



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stückliste.....	5
Abbildung 2: Schaltung nach Datenblatt.....	6
Abbildung 3: Bauteile und Bauteilwerte.....	6
Abbildung 4: Gesamtschaltung.....	7
Abbildung 5: Widerstände zum Einstellen der Verstärkung.....	7
Abbildung 6: Messschaltung.....	8
Abbildung 7: Anschluss des Flachbandkabels.....	9
Abbildung 9: Motoranschlüsse.....	9
Abbildung 8: Anschluss SuperCabs.....	9
Abbildung 10: Platinenlayout.....	10

# **1 Anforderungen**

Für das in der Hochschule durchgeführte Projekt im Themenbereich Automatisierungstechnik wurden vom Team Hardwareentwicklung zwei Platinen entworfen und gefertigt. Eine von den beiden Platinen ist für den Motortreiber. Entwicklung und Fertigung dieser Platine sind Bestandteil des vorliegenden Dokumentationsabschnitt.

Der Motortreiber (L6205PD) musste verwendet werden, dies war Teil der Aufgabenstellung.

## **1.1 Motortreiber L6205PD :**

## **1.2 Vorstellung des IC L6205PD:**

Der IC L6205PD (im Folgendem nur noch Motortreiber genannt) ist ein Vollbrücken Motortreiber mit zwei Vollbrücken. Dieser ermöglicht das ansteuern zweier Gleichstrommotor mittels PWM – Signalen. Der Motortreiber liegt als SMD Bauteil mit der Package Form SO20 POWER vor.

## **1.3 Aufbau des Motortreiber:**

Der Motortreiber besteht immer „inneren“ aus zwei einzeln ansteuerbaren Vollbrücken mit den jeweils ein Motor gesteuert werden kann. Auf der genau innere Aufbau ist nicht Teil dieser Dokumentation, kann aber bei bedarf dem entsprechende Datenblatt entnommen werden. Als zu beschaltende Eingänge sind nur die Pins  $IN1_A$ ,  $IN2_A$  und  $EN_A$  sichtbar. An diesen werden die vom Mikrocontroller generierten PWM – Signale angelegt. Analoges gilt für die Pins  $IN1_B$ ,  $IN2_A$  und  $EN_B$ . Die SENS – Ausgänge ermöglichen das messen der Motorströme.

## **1.4 Funktionen des Motortreiber:**

Durch das ansteuern der Halbrücken mittels PWM – Signalen wird eine Drehzahlreglung der angeschlossenen Gleichstrommotoren möglich. Mit einer Vollbrücken alle Vier Quadranten des Vier-Quadranten - Modell durchfahren werden. Dies ermöglicht fahren in alle Richtung bzw. Bremsen.

## 2 Schaltungsentwurf

### 2.1 Stückliste

Partlist					
Exported from MotertreiberMe_v1.sch at 08.01.2018 14:45					
EAGLE Version 7.6.0 Copyright (c) 1988-2016 CadSoft					
Assembly variant:					
Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1		C-EUC0805K	C0805K	rc1	1
C2		C-EUC0805K	C0805K	rc1	1
C3		C-EUC0805	C0805	rc1	1
C4		C-EUC0805	C0805	rc1	1
C5		C-EUC0805K	C0805K	rc1	1
C6		CPOL-EUE	PANASONIC_E	rc1	1
C7		C-EUC0805	C0805	rc1	1
C8		C-EUC0805	C0805	rc1	1
D1		DIODE-MINIMELF	MINIMELF	diode	1
D2		DIODE-MINIMELF	MINIMELF	diode	1
R1		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R2		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R3		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R4		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R5		R-EU_R2512W	R2512W	rc1	1
R6		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R7		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R8		R-EU_R2512W	R2512W	rc1	1
R9		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R10		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
R11		R-EU_MELF0204W	MINI_MELF-0204W	rc1	1
SV1		ML10	ML10	con-harting-m1	1
U\$2	LM7301	LM7301	SOT23-5	ppst002	1
U\$3	LM7301	LM7301	SOT23-5	ppst002	1
U1	L6205PDES	L6205PDES	SO20POWER2	ppst002	1
X1	22-23-2021	22-23-2021	22-23-2021	con-molex	1
X2	22-23-2021	22-23-2021	22-23-2021	con-molex	1
X3	22-23-2021	22-23-2021	22-23-2021	con-molex	1

Abbildung 1: Stückliste

Abbildung 1 zeigt eine Screenshot der Stückliste. Hier sind alle genutzten Bauteile genau spezifiziert.

### 2.2 Konzept der Schaltung

#### 2.2.1 Anforderung an das Konzept

Es wurden zwei Anforderungen an die Schaltung gestellt:

1. Die verwendeten Bauteile mussten in der PPST 2 Liste vorhanden sein. Die dort gelisteten Bauteile hatten den Vorteil das diese ohne Probleme verfügbar waren.

2. Da über die am Motortreiber vorhandenen SENS Ausgänge das messen der Motorströme möglich ist, sollte eine entsprechende Schaltung vorgesehen sein.
3. Anschlüsse für den Mikrocontroller mussten mit einem Flachbandkabel realisiert werden. Für die Anschlüsse der Motoren und der SuperCaps sollten Schraubklemmen verwendet werden.

## 2.2.2 Entwurf der Schaltung

### 2.2.2.1 Motortreiber

Die Beschaltung des Motortreibers wurden aus dem entsprechenden Datenblatt entnommen. Abb. 2 zeigt diese. Aus Abb. 3 lassen sich die Bauteilwerte entnehmen.

**Figure 11. Typical Application**

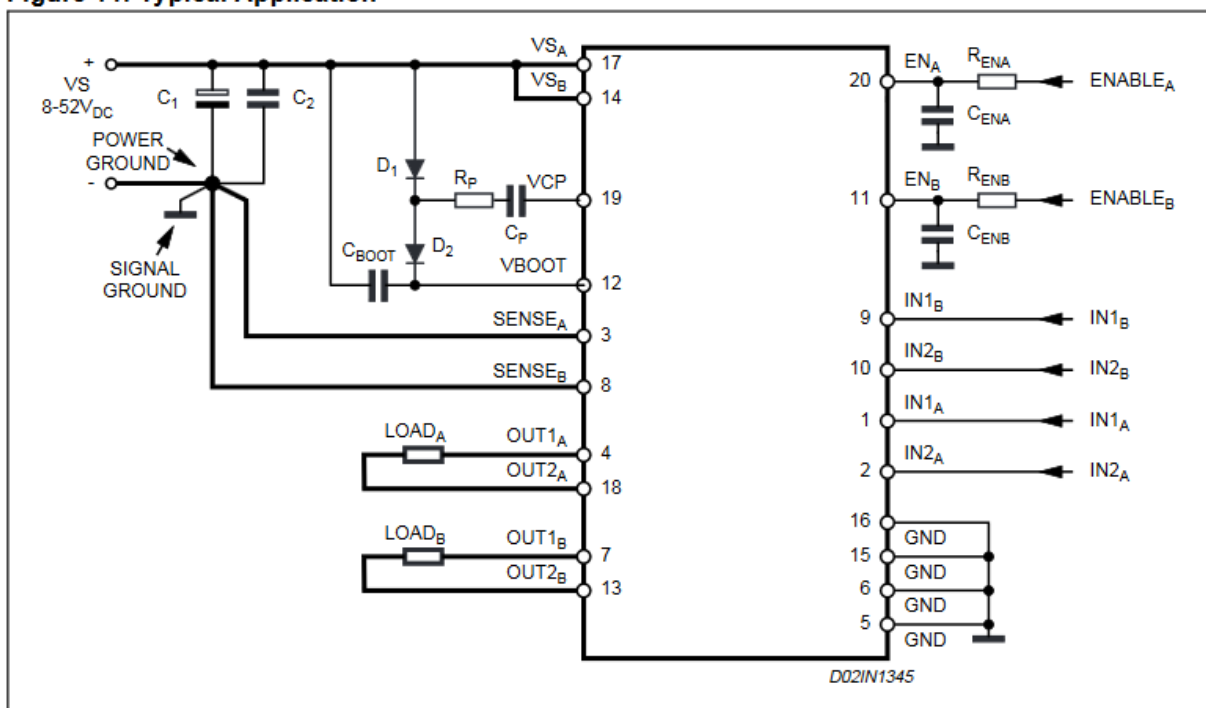


Abbildung 2: Schaltung nach Datenblatt

**Table 2. Component Values for Typical Application**

C <sub>1</sub>	100uF
C <sub>2</sub>	100nF
C <sub>BOOT</sub>	220nF
C <sub>P</sub>	10nF
C <sub>ENA</sub>	5.6nF
C <sub>ENB</sub>	5.6nF

D <sub>1</sub>	1N4148
D <sub>2</sub>	1N4148
R <sub>ENA</sub>	100kΩ
R <sub>ENB</sub>	100kΩ
R <sub>P</sub>	100Ω

Abbildung 3: Bauteile und Bauteilwerte

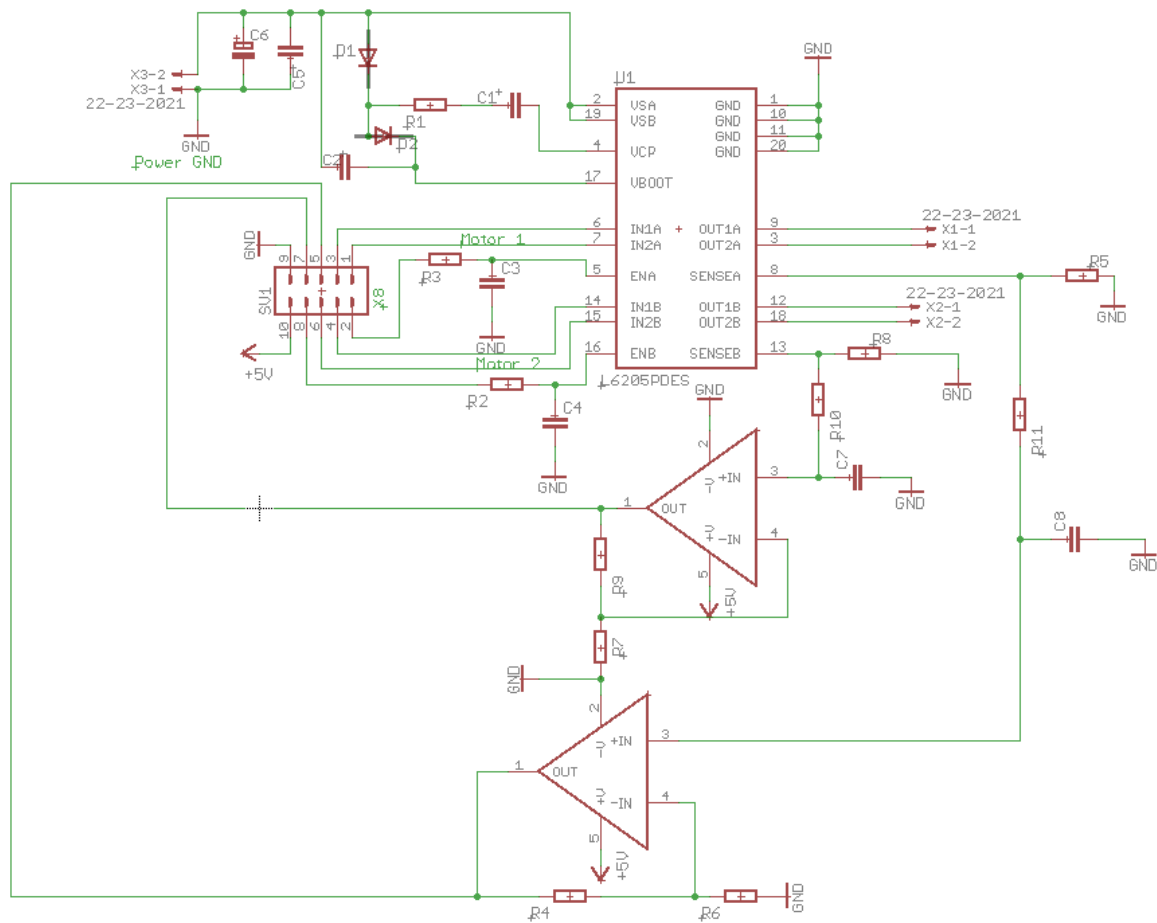


Abbildung 4: Gesamtschaltung  
**2.2.2.2 Strommessung**

Die Strommessung über die SENS - Ausgänge ist möglich, da über diese der Gesamtstrom des Motors fließt. Im Hier soll nur die Schaltung für den  $SENS_A$  erklärt werden, Schaltung für  $SENS_B$  ist identisch.

Für die Strommessung musste eine Verstärkerschaltung aufgebaut werden. Dies war nicht als fertiges IC verfügbar. Sie musste mit einem OPV (Operationsverstärker) realisiert werden.

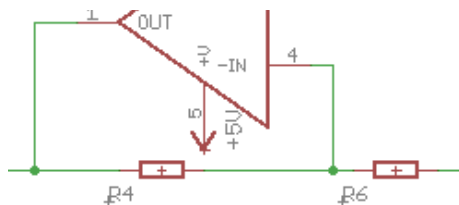


Abbildung 5: Widerstände zum  
 Einstellen der Verstärkung

Für die Strommessung wird weiterhin ein Messwiderstand (R11) benötigt. Der Spannungsabfall über dem Messwiderstand wird durch den Nicht Invertierenden Verstärker (gewählte OPV - Schaltung) soweit verstärkt das die Signale für die Steuereinheit (Mikrocontroller) nutzbar sind

Die gewünschte Verstärkung des OPV kann über die Widerstände R4 und R6 eingestellt werden.

Für die Berechnung der zu erwarteten Ausgangsspannung gilt:  $U_a = (1 + \frac{R4}{R6}) * U_e$ .

In Abb.5 sind die zur Einstellung der Verstärkung notwendigen Widerstände zu sehen.

Zu beachten ist bei dass OPVs diese nicht bis an ihre Aussteuergrenzen (0V und  $V_{DD}$ ) genutzt werden können. Hierzu wären Rail to Rail OPVs notwendig.

Die Widerstände R6 und R4 sollten sich im mit Werten  $<1K\Omega$  vorgesehen werden. Dies reduziert die Stromaufnahme und die Verlustleistung. Diesen Zusammenhang zeigt die Formel  $P = I^2 * R$ .

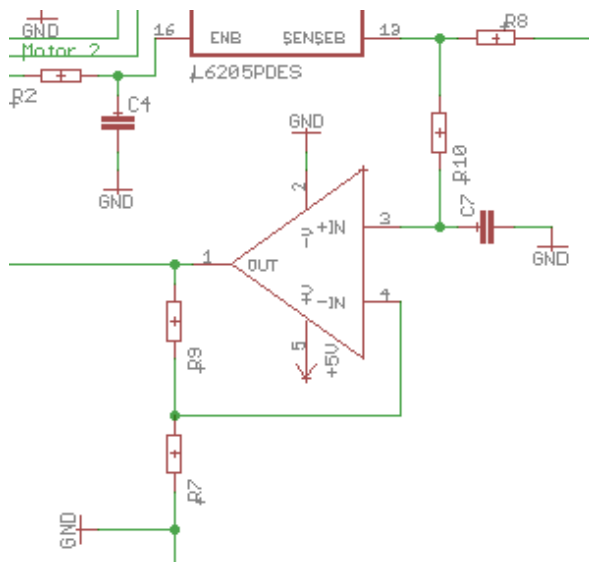


Abbildung 6: Messschaltung

In Abb.6<sup>1</sup> ist die gesamte „Messschaltung“ zu sehen. Der Kondensator C7 dient zum abblocken von Störsignalen.

1 Aus Darstellungsgründen hier die Schaltung für SENSE<sub>B</sub>



## 3 Layout

### 3.1 Konzept des Layouts

Hier wird auf die Besonderheiten eingegangen welche nur im Layout „ersichtlich“ sind. Von den Professoren wurden keine Vorgaben gemacht.

#### 3.1.1 Bauteile nur auf der Platinenoberseite

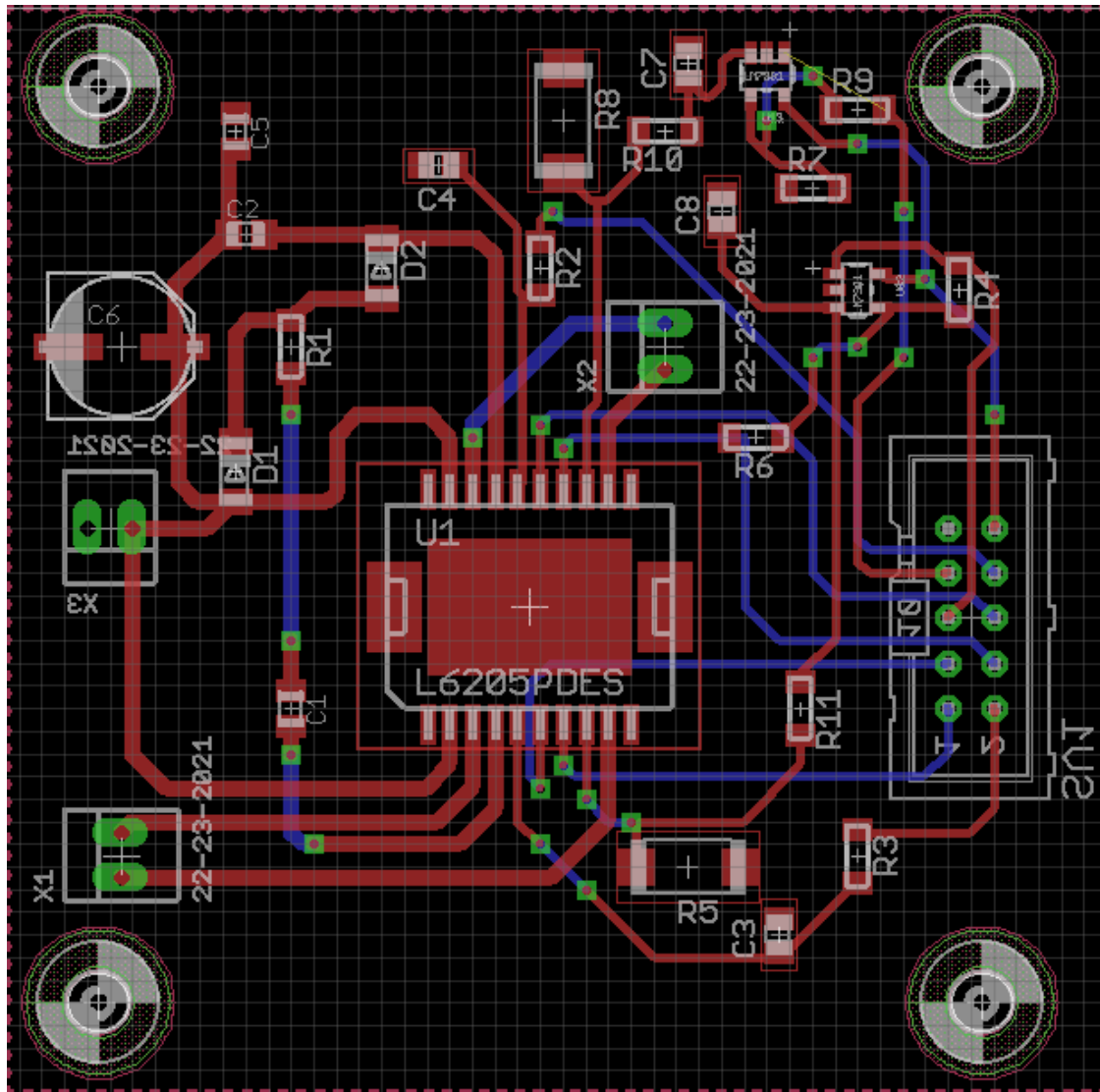


Abbildung 10: Platinenlayout

Dieses wurde gemacht, um die Platine, mit den Mitteln des in der Hochschule verfügbar Lötlabors, besser gefertigt zu können. Um Bauteile auf der Platinenrückseite löten zu können ist ein Klebestation erforderlich, welche Lötlabor nicht vorhanden ist.

Bauteile auf der Rückseite müssen Abschluss nach dem Löten im Lötoven nachträglich mit einem LötKolben eingelötet. Um Zeit zu sparen wurde deshalb darauf verzichtet Bauteile auf der Rückseite zu platzieren.



## 3.2 Layout der Schaltung

Beim Layout wurden zwei Dinge beachtet

1. Punkt 3.1.1, in Abb.10,wäre entsprechende Bauteile blau.
2. Um X1 X3 wurden am Rand platziert, damit das anschließen leichter möglich ist. Bei der Klemme X2 war dies nicht möglich, hier wurde deshalb entsprechend Platz gelassen.

## 4 Löten der Platine

Hier wird die „Fertigung“ der Platine genauer beleuchtet. Da die vorgesehen Option der Motorstrommessung nicht genutzt wird, ist diese nicht bestückt worden.

### 4.1 SMD Bauteile

Mit Ausnahme der Klemmen X1 X2 X3 und SV1 (Flachbandstecker) handelt es sich ausschließlich um SMD Bauteile. Einzige Fehlerquelle hierbei ist das verpolen von Bauteilen. Möglich ist dies bei C6 (Elektrolytkondensator) und den Dioden D1 und D2.

Der Motortreiber ist mit den in der Hochschule verfügbaren Mitteln problemlos Lötbar. Hier sind keine Problem wie Kurzschlüsse durch verlaufen der Lötpaste im Lötoven aufgetreten. Weiterhin muss auf die „richtig Lage“ des Motortreibers geachtet werden. Dies stellt die korrekte Pinbelegung sicher. Orientierungshilfe bietet die abgeschrägte Kante, diese ist im Layout und am Motortreiber sichtbar.

### 4.2 Bedrahtete Bauteile

Bei den bedrahteten Bauteilen handelt es sich um die Klemmen X1 X2 X3 und den Stecker SV1. Diese waren im Nachgang noch mit einem Lötkolben eingelötet.

## 5 Testen der Platinen

Nach der Fertigung musste ein Funktionstest durchgeführt werden.

### 5.1 Problem durch Bestückungsoptionen

Da die Möglichkeit der Motorstrommessung nicht verwendet wird ist dies nicht bestückt worden. Dies führte dazu das die Widerstände R5 und R8 (Abb.10 ) nicht vorhanden waren. Eine alternative Bestückung mit  $0\Omega$  wurde nicht durchgeführt, da in der PPST 2 keine Widerstände mit MELF Package vorhanden waren. Um die Funktion der Schaltung trotzdem zu gewährleisten wurden an dieser Stelle nachträglich Drahtbrücken eingelötet.

### 5.2 Problem des „verdrehten“ Steckers SV1

Beim Layout der Platine wurde der Stecker SV1 ungewollt auf der Unterseite platziert (somit war dieser spiegelverkehrt). Dies ist weder beim Review noch beim bestücken aufgefallen. Bemerkbar

machte sich dies erst als die Signale nicht korrekt am Motortreiber angekommen sind. Das machte es notwendig die Pinbelegung im Stecker anzupassen. Weiter Probleme und Einschränkungen sind daraus nicht entstanden.

## **5.3 Test**

Alle Tests bezüglich Funktionalität wurden erfolgreich durchgeführt. Getestet wurde unter „real Bedingungen“. Konkret bedeutet dies dass die Platine „eingebaut“ wurde. Der Motortreiber erfolgreich durch den Mikrocontroller „angesprochen“ worden. Hierbei wurden alle Signale richtig „umgesetzt“.

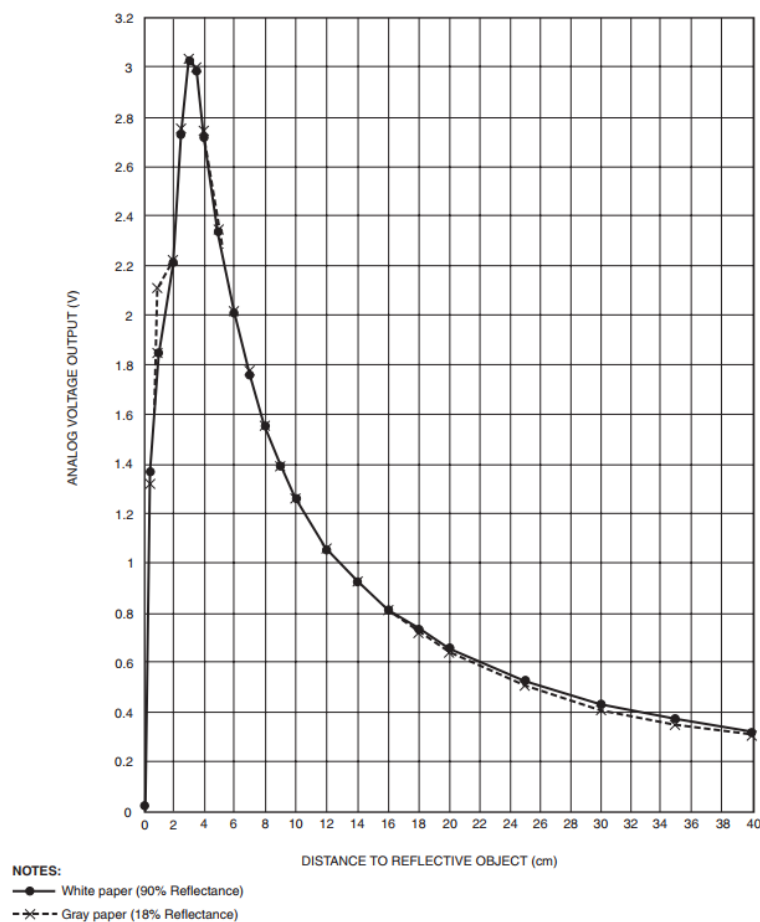
# Fahrstrategie

## Zielsetzung

Ziel der Steuerung ist das autonome Abfahren eines Rundkurses mit definierten Randbedingungen (Winkel zwischen und Höhe der Begrenzungselemente). Zur Erfassung der Wände dienen zwei Infrarot-Abstandssensoren. Mithilfe deren Daten werden die beiden Motoren so angesteuert, dass der Parcours kollisionsfrei und effizient abgefahren wird.

## Sensorik

Zum Einsatz kommen zwei GP2D120 Abstandssensoren mit dem unten abgebildeten Zusammenhang zwischen Abstand und Ausgangsspannung. Im Betrieb darf ein Mindestabstand von 4 Zentimetern nicht unterschritten werden, da sich der Abstand sonst nicht mehr eindeutig aus der Spannung bestimmen lässt.

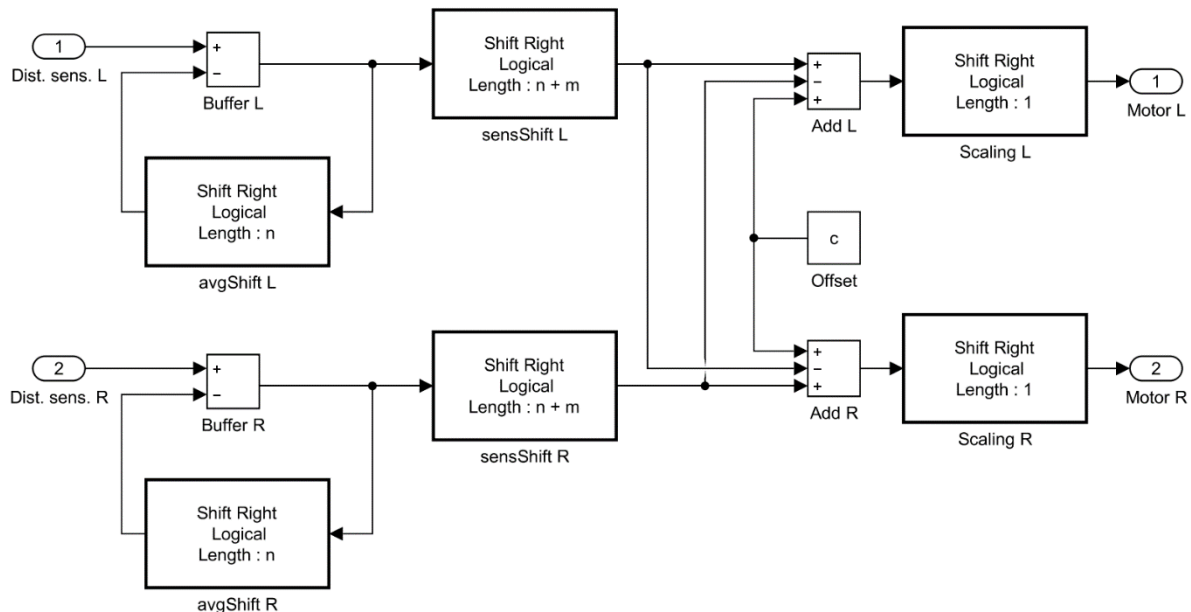


## Prinzip der Steuerung

Mit sinkendem Abstand zur Wand steigt die Ausgangsspannung des naheliegenden Sensors an. Wird diese Spannung auf den entsprechenden Motor gegeben, dreht sich das System von dieser Wand weg. Auf gleiche Weise führt ein steigender Abstand zu einer Drehung hin zur entsprechenden Wand. Beide Effekte lassen sich kombinieren, um eine möglichst „runde“ Kurvenfahrt zu erreichen.

## Signalflussplan

Das untenstehende Diagramm zeigt, wie die Sensordaten verarbeitet werden.



Zunächst findet eine laufende Mittelung statt, um die Dynamik des Systems bewusst zu reduzieren. Damit werden ruckartige Lenkmanöver ausgeschlossen. Die gemittelte Sensorspannung wird mit positivem Vorzeichen auf den einen und negativem Vorzeichen auf den anderen Motor gegeben. Dies führt dazu, dass das kurvenäußere Rad beschleunigt und das innere gebremst wird.

Die „analoge“ Ausgangsspannung wird durch einen 8-bit PWM Zähler realisiert. Um einem Überlauf vorzubeugen, wird das Rechenergebnis durch zwei geteilt, bevor es als Zähler-Referenzstand gesetzt wird.

## Parametrierung

Die Steuerung kann über drei Werte eingestellt werden:

- Tiefe des virtuellen Ringpuffers  $n$ ,
- Sensor-Teilverhältnis  $2^m$ ,
- Grundgeschwindigkeit (Offset)  $c$

Die Mittelung der Sensorwerte mittels virtuellem Ringpuffer erfolgt über  $2^n$  Werte. Ein längerer Ringpuffer führt zu glatterer Kurvenfahrt. Eine Mittelung über zu viele Werte kann jedoch die Steuerung destabilisieren, was sich z.B. in einem „Taumeln“ auf geraden Streckenabschnitten äußern kann.

Die Sensorwerte (10-bit breit) sollten mindestens um 2 Stellen nach rechts geschoben werden, damit die Motor-Stellgröße (8-bit breit) nicht überläuft. Darüber hinaus kann die Steuerung gegenüber den Sensorwerten unempfindlicher gemacht werden.

Die Grundgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der das System geradeaus fährt. Linker und rechter Abstand sind in diesem Fall gleich groß und ihre Einfluss auf die Steuerung hebt sich gegenseitig auf.

**Vorsicht: Die vorliegende Steuerung ist nicht vor numerischem Überlauf gesichert! Es ist Sorge zu tragen, dass das der Zähler-Referenzstand den maximalen Zählerstand (255) niemals überschreitet!**