



**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>	