



TUD – VDE

Roboterwettbewerb 2003

LASTENHEFT

VERSION 1

Autoren 2002:

Michael Hofmann, Robert Michel, Edgar Zaunick,

Ergänzung und Überarbeitung 2003:

Jan Henning Peest

Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. Dr.techn. Klaus Janschek, Studiendekan Mechatronik

19. Juni 2003



INHALT

1	Anforderungen an die Teilnehmer.....	3
1.1	Kenntnisse	3
1.2	Fertigkeiten	3
1.3	Soft Skills	4
2	Aufgabenstellung	5
2.1	Umgebung	5
2.2	Wettbewerbsaufgabe I: Bahnverfolgung	5
2.3	Wettbewerbsaufgabe II: Schuss von der Mittellinie	6
2.4	Wettbewerbsaufgabe III: Torserie	6
2.5	Zusatzaufgabe: Design	6
2.6	Ergebnis.....	6
3	Regeln.....	7
3.1	Qualifikation	7
3.2	Geräteeinschränkungen.....	7
3.3	Baumaterial.....	7
3.4	Dokumentationspflicht.....	7
3.5	Weitere Regeln	8
3.6	Änderungen	8
4	Wettbewerbsrandbedingungen	9
4.1	Wettbewerbsveranstaltung	9
4.2	Anmeldung.....	9
4.3	Geräteausgabe	9
4.4	Eigentumsvereinbarung	9
4.5	Haftungsvereinbarung.....	9
5	Erste Schritte	10
5.1	Komponenten	10
5.2	Steuereinheit.....	10
5.3	Sensoren	11
5.4	Aktoren	14
5.5	Energiespeicher.....	17
ANNEX 1	- MATERIALLISTE.....	18
ANNEX 2	- DATENBLÄTTER.....	18



1 Anforderungen an die Teilnehmer

Die Teilnehmer des Roboterwettbewerbs sollten gewisse Mindestvoraussetzungen erfüllen, die in die Bereiche Kenntnisse, Fertigkeiten und die sog. „Soft Skills“ eingeteilt werden können. Ideal sind heterogene Teilnehmergruppen, in denen sich die Teilnehmer mit ihren Fähigkeiten und Kenntnissen gegenseitig ergänzen.

Die primäre Zielgruppe sind Schüler gymnasialer Oberstufen und Studenten im ersten Studienjahr, die im Allgemeinen dem nachstehend erläuterten Anforderungsprofil entsprechen. In Ausnahmefällen können auch jüngere Schülerinnen und Schüler teilnehmen. In diesem Fall muss jedoch erhöhter Wert auf eine optimale Betreuung und technische Unterstützung gelegt werden.

Es ist durchaus möglich, sich die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten im Laufe des Wettbewerbs anzueignen. Dies erfordert von den Teilnehmern jedoch eine außerordentlich starke Motivation und viel Engagement und Unterstützung seitens des betreuenden Lehrpersonals.

1.1 Kenntnisse

Um den Anforderungen der Aufgabenstellung gerecht zu werden, sind einige Grundkenntnisse der Physik, Elektrotechnik und Informatik erforderlich.

Physik

- Optik: Reflexion, Lichtspektrum, Farblehre
- Mechanik: Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung

Elektrotechnik

- Ohmsches Gesetz
- Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen
- Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren
- Funktion von Dioden und Transistoren

Informatik

- Boolesche Algebra
- Logikschaltungen, Vereinfachungen
- grundlegende Programmierkenntnisse (der Controller wird in Pascal programmiert)

Sonstiges

- grundlegende Englischkenntnisse (die meisten Datenblätter sind auf Englisch)

1.2 Fertigkeiten

Da der Bau des Roboters mechanische Bearbeitung von verschiedenen Materialien erfordert, sind gewisse Grundfertigkeiten vonnöten. Diese sind jedoch schnell erlernbar und als Grundvoraussetzung nicht so dringend erforderlich wie die o. g. Kenntnisse.

- Löten
- Sägen von Holz und Aluminium
- Bohren von Holz und Aluminium
- Feilen von Holz und Aluminium



1.3 Soft Skills

Ein besonderes Augenmerk sollte auf sogenannten Soft Skills gelegt werden, die im Allgemeinen nicht explizit im Unterricht vermittelt werden. Das betreuende Lehrpersonal soll die Teilnehmer in hohem Maße darin unterstützen, die folgenden Fähigkeiten zu erlangen:

- Teamfähigkeit
- Projektmanagement
- Koordination und Dokumentation von Arbeitsabläufen
- eigenständiges Arbeiten, Denken und Handeln
- „Lesen“ von technischen Datenblättern

Diese Fähigkeiten sind am besten durch *aktives* Handeln unter Anleitung erlernbar.

2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe umfasst das Entwickeln und das Konstruieren eines autonomen (somit nicht ferngesteuerten) Roboters mit bestimmten Fähigkeiten, um die gestellten Wettbewerbsaufgaben zu erfüllen. Neben vom Veranstalter bereitgestellten Pflichtkomponenten dürfen weitere Materialien nach eigenem Ermessen verwendet werden. Zu beachten ist, dass es sich **nicht** um einen **Wettkampf**, sondern um einen **Wettbewerb** handelt! Die Teamarbeit (auch die gegenseitige Hilfe der Teams untereinander) steht im Vordergrund.

Insbesondere bei einer Aktion wie dem Roboterwettbewerb gilt:

"Der Weg ist das Ziel!"

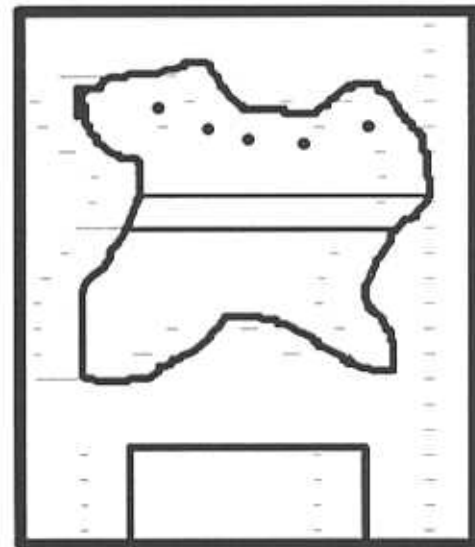
2.1 Umgebung

Die Wettbewerbs-Durchläufe finden auf einer waagerechten Fahrbahn mit den Abmessungen 2,60m * 2,05m statt. Die Fahrbahn wird allseitig von einer ca. 80mm hohen Bande begrenzt. Die Farbe der Grundfläche ist hellgrau, die Bande ist dunkel lackiert. Die oberen 5cm der Banden-Innenseite können vom Veranstalter für Werbung genutzt werden. Die Fahrbahn wird hell ausgeleuchtet.

Auf der einen Stirnseite wird ein Tor der Breite 22cm und Höhe 13cm aufgestellt. Ein rechteckiger Strafraum umgibt das Tor.

Auf dem restlichen Spielfeld befindet sich ein geschlossener Linienzug. Bei der Linie handelt es sich um schwarzes Klebeband mit ca. 15mm Breite. Eine Musterrolle des Klebebandes wird mitgeliefert. Die Linie hat einen Mindestabstand von 150mm zur Bande und zu anderen Abschnitten der Linie. Der minimale Kurvenradius beträgt 150mm. Da das Klebeband relativ schwierig aufzubringen ist, kann es in Bereichen kleiner als 5cm zu Knicken kommen, die kleiner als dieser Kurvenradius sind.

Speziell für die zweite Aufgabe werden zusätzlich fünf Startpunkte markiert, sowie zwei Mittellinien aufgebracht. Dies wird zur dritten Aufgabe allerdings wieder entfernt.



2.2 Wettbewerbsaufgabe I: Bahnverfolgung

Der Roboter ist so zu entwerfen, dass er fähig ist, eine auf der Fahrbahn aufgebraute schwarze Linie zu finden (Initialisierung) und ihr dann zu folgen.

Der Roboter wird vom Veranstalter in den Startbereich, zwischen Torraum und Linie, gesetzt. Er darf dabei nach dem Finden der Linie diese nicht mehr verlassen, d.h. von oben gesehen, muss das Robotergehäuse die Linie immer überdecken. Es sind zwei aufeinanderfolgende Runden vollständig zu durchfahren.

Als Bewertungskriterium wird die Laufzeit „Start Initialisierung bis zum erfolgreichen Ende der zweiten Runde“ verwendet. Eine Maximalzeit von 5 Minuten darf nicht überschritten werden. Falls per Hand eingegriffen werden muss, wird dies mit 30



Sekunden Strafzeit geahndet. Ein Verlassen der Linie kostet 20 Strafsekunden. Bei nicht Erreichen des Zieles gibt jeder fehlende Zentimeter eine Strafsekunde.

2.3 Wettbewerbsaufgabe II: Schuss von der Mittellinie

Der Roboter soll in der Lage sein, das Tor anzupeilen und einen Schuss aus der Entfernung abzugeben.

Der Roboter wird nacheinander auf fünf verschiedene Punkte gesetzt, die sich im hinteren Teil der Platte befinden. Die Teams dürfen den Roboter ausrichten und ihm einen Ball geben. Der Roboter soll dann losfahren und das Tor anpeilen. Dieses ist durch einen Infrarotsender markiert. Es handelt es sich hierbei um eine handelsübliche Filmdose, in welcher eine Schaltung installiert ist. Diese emittiert moduliertes Infrarotlicht (ähnlich dem einer Fernbedienung). Ein Mustersender wird mitgeliefert. Zwischen den beiden Mittellinien soll der Torschuss erfolgen. Dann darf der Schussmechanismus nachgespannt werden.

Zur Bewertung dient die Anzahl der geschossenen Tore

Bei Handeingriffen zählt ein erzieltes Tor nicht.

2.4 Wettbewerbsaufgabe III: Torserie

In dieser Aufgabe sollen die schon gezeigten Fähigkeiten kombiniert werden.

Der Roboter wird von dem Team in dem gleichen Startbereich wie bei Aufgabe I positioniert. Er muss dann die, auf der Linie verteilten, Bälle einsammeln und sie ins Tor befördern, ohne dabei den Strafraum zu berühren. Nach jedem Schuss bekommen die Teams die Möglichkeit den Schussmechanismus neu zu spannen. Zur Bewertung dient die Anzahl der geschossenen Tore. Bei Torgleichheit entscheidet die schnellere Zeit.

Strafzeiten gelten wie bei Wettbewerbsaufgabe I. Wird mit der Hand eingegriffen nachdem der Roboter den Ball aufgenommen hat, so zählt ein eventuell erzieltes Tor nicht.

2.5 Zusatzaufgabe: Design

Hier wird von der Jury das Design des Roboters bewertet. Die Kriterien sind sowohl Ästhetik und Originalität als auch Funktionalität.

2.6 Ergebnis

Für jede Platzierung gibt es Punkte. Der jeweils Erste bekommt 8, der Letzte 1 Punkt. Das Ergebnis ist die Summe dieser Punkte, einschließlich Zusatzaufgabe, wobei die dritte Aufgabe doppelt zählt. Gewinner ist das Team mit dem höchsten Ergebnis.



3 Regeln

3.1 Qualifikation

Um einen reibungslosen Ablauf des Wettbewerbs zu gewährleisten, müssen alle Teams bis spätestens 2 Wochen vor der Wettbewerbsdurchführung eine Rückmeldung über die Fortschritte Ihres Roboters machen.

Außerdem erfolgt nun die Zusendung der Dokumentation (siehe 3.4) an den Veranstalter. Vor Beginn der Wettbewerbsveranstaltung erfolgt eine formale Abnahme des Roboters. Hierzu sind alle Roboter eine Stunde vor Beginn des Wettbewerbes abzugeben. Die oben aufgeführten Vorgaben werden dann in einer technischen Abnahme überprüft. Der Roboter muss derart gestaltet sein, dass eine Überprüfung aller Vorgaben möglich ist. Insbesondere müssen alle Bauteile und Einbauten überprüfbar sein, die der Dokumentationspflicht (vgl. 3.4) unterliegen.

3.2 Geräteinschränkungen

Der Roboter muss während des gesamten Wettbewerbes in eine Box mit den Innenmaßen 20cm Höhe * 25 cm Breite * 30 cm Tiefe passen. Das Gewicht darf 10 kg nicht überschreiten. Der Roboter muss mit vollständig geladenen Akkumulatoren mindestens 10 Minuten betriebsfähig bleiben.

Wenn der Ball durch den Roboter bewegt wird, muss gewährleistet werden, dass der Ball jederzeit rollen kann, ein Einklemmen ist nicht zulässig. Weiterhin muss der Ball mindestens zur Hälfte aus dem Roboter hervorragen.

Der Veranstalter behält sich vor, die Roboter während des Wettbewerbs mit weiteren Komponenten auszustatten, die keinen Einfluss auf die Funktion des Roboters haben.

3.3 Baumaterial

Für den Bau des Roboters müssen die vom Veranstalter zur Verfügung gestellten Pflichtkomponenten verwendet werden:

- C-Control (als einzige Steuereinheit)
- Bleiakku (als einzige Energiequelle)
- Räder und die beiden Getriebemotoren (als die einzigen Antriebseinheiten).

Der Rest des mitgelieferten Bauteilesortiments darf nach eigenem Ermessen erweitert werden. Die hierbei entstehenden Kosten werden bei Vorlage der Quittungen bis zu einem Betrag von € 100,- erstattet. Die ergänzten Bauteile sind vor Beginn des Wettbewerbs von der Jury formal genehmigen zu lassen.

3.4 Dokumentationspflicht

Die Dokumentation muss schriftlich erfolgen und dem Veranstalter vor der technischen Abnahme als Printmedium oder in elektronischer Form vorgelegt werden. Die Dokumentation sollte in einzelne Funktionsgruppen aufgeteilt werden. Alle mechanischen Bauelemente und elektronischen Komponenten müssen in Art, Menge und Zweck sowohl schriftlich als auch in einer Zeichnung dokumentiert werden (Abgabe siehe 3.1). Der Veranstalter wird rechtzeitig ein Beispielexemplar ausgeben.



3.5 Weitere Regeln

- Die Schiedsrichter können jeden Roboter disqualifizieren, der eine Gefährdung für Personen, Umwelt oder Wettbewerbsumgebung darstellt.
- Reparaturen an den Robotern zwischen den Wettbewerbs-Durchläufen sind erlaubt.

3.6 Änderungen

Der Veranstalter behält sich Änderungen des Wettbewerbs-Reglements vor.



4 Wettbewerbsrandbedingungen

4.1 Wettbewerbsveranstaltung

Der öffentliche Wettbewerb findet am **15.01.2004** anlässlich des Schnupperstudiums an der Technischen Universität Dresden statt.

4.2 Anmeldung

Die von den ausgewählten Teams unterschriebenen Vertragstexte müssen bis zum **19. Juni 2003** beim Veranstalter eingegangen sein.

4.3 Geräteausgabe

Die Geräteausgabe inkl. der unterstützenden schriftlichen Unterlagen erfolgt am **19. Juni 2003** an der Technischen Universität Dresden (nähere Angaben siehe persönliches Anschreiben). Hier kann auch der Vertrag (siehe 4.2) mitgebracht werden.

4.4 Eigentumsvereinbarung

Zum Bau des Roboters werden den ausgewählten Teams vom Veranstalter die Basis-Komponenten (Elektronik, Mechanik, Steuerungseinheit) *leihweise* zur Verfügung gestellt.

Bei erfolgreicher Teilnahme, d.h. erfolgreiche Abnahme am Beginn des Wettbewerbstages, geht der entwickelte Roboter in den Besitz des Teams über.

4.5 Haftungsvereinbarung

Vom Veranstalter wird keine Haftung bezüglich materieller oder persönlicher Schäden übernommen.



5 Erste Schritte

Dies soll eine kleine Einführung sein, um alle, die Ihren ersten Roboter bauen an die Hand zu nehmen. Erfahrene Roboterbauer können dies sicher übergehen.

Die hier vorgestellten Ansätze sind nur als Vorschlag gedacht, es gibt viele andere Möglichkeiten den Roboter mindestens genauso leitungsfähig zu konstruieren.

5.1 Komponenten

Steuereinheit

Die Steuereinheit koordiniert die Aktionen des Roboters. Hier laufen die Sensordaten ein, die Informationen werden verarbeitet und die Aktoren gesteuert.

Sensoren

Um genug Information über die Umgebung zu bekommen, braucht der Roboter Sensoren. Sie liefern verschiedenste Informationen, die entweder digital oder analog an die Steuereinheit übergeben werden.

Aktoren

Die Aktoren werden von der Steuereinheit gesteuert. Dies erfolgt entweder direkt oder über sogenannte Treiber. Diese bekommen von der Steuereinheit die Information, wie sie die Aktoren ansteuern sollen. Der Hauptteil des Stromes fließt somit nicht über die Steuereinheit, welche im Regelfall nur sehr begrenzt Strom liefern kann.

Energiespeicher

Um sich autonom bewegen zu können braucht der Roboter im Regelfall einen Energiespeicher.

5.2 Steuereinheit

Das Herz eines jeden Roboters ist seine Steuereinheit. In unserem Fall ist es die C-Control von Conrad Elektronik. Bevor man sie benutzt, empfiehlt es sich die beigelegte Betriebsanleitung sorgfältig durchzulesen. Hier bekommt man nicht nur einen ersten Einstieg, sondern auch eine umfassender Übersicht über die Leistungsmerkmale des Controllers und der Programmiersprachen.

Spannungswandler

Um den Controller in Betrieb zu nehmen muss man eine Spannung von 5 Volt anlegen. Da der Akku (siehe 4.6) aber 6V liefert, kann man den mitgelieferten Spannungswandler benutzen, um die Batteriespannung herunterzuregeln.

Programmiersprachen

Als Programmiersprachen kommen CC-Basic, eine einfache Basic-Variante und CC-Plus, eine grafische Programmiermöglichkeit in Frage. Beide Sprachen sind mit der C-Control kompatibel und können im Internet oder bei dem Veranstalter kostenlos bezogen werden.

Die Schaltung arbeitet mit unmoduliertem Licht, somit ist sie theoretisch anfällig für Störquellen wie z.B. Tageslicht (allerdings läuft die Schaltung im Prototyp Blue II tadellos)

Lichtschranken und Reflex-Lichttaster

Mit den im Baukasten enthaltenen Infrarot-Leuchtdioden und den Fototransistoren können sowohl Lichtschranken als auch Reflex-Lichttaster aufgebaut werden

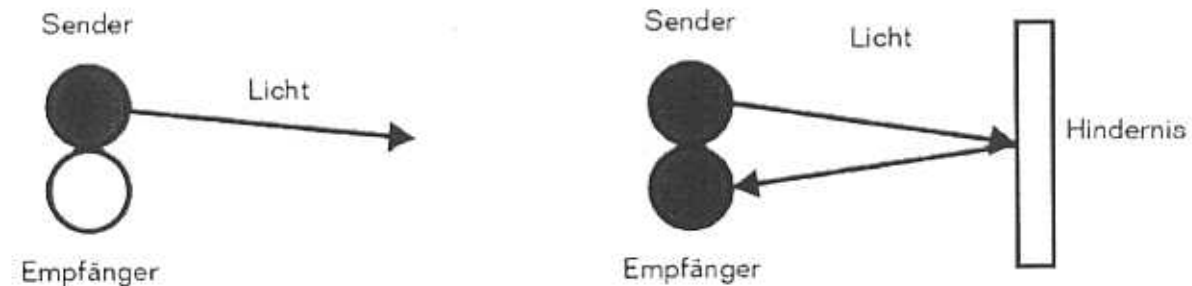
Prinzipieller Aufbau:

Lichtschranke



Die Lichtschranke erkennt ein Objekt dadurch, dass der Lichtstrahl unterbrochen wird.

Reflex-Lichttaster



Der Reflex-Lichttaster kann ein Hindernis dadurch erkennen, dass das ausgestrahlte Licht vom Hindernis reflektiert und vom Empfänger detektiert wird.

Störquellen

Sowohl im Tageslicht als auch im Kunstlicht sind Infrarot-Anteile enthalten. Daher ist es möglich einen Infrarot-Filter vor den Fototransistor zu setzen. Um die Störeinflüsse zu beseitigen, kann das von der Infrarot-Leuchtdiode abgestrahlte Licht getaktet sein. Eine Taktung kann beispielsweise mit dem integrierten Schaltkreis NE555 aufgebaut werden. Das Ausgangssignal des Fototransistors muss anschließend ein Frequenzfilter („Hochpass“) durchlaufen. Der Hochpass lässt nur Frequenzen oberhalb seiner Grenzfrequenz passieren. Wird die Leuchtdiode z.B. mit 40 kHz getaktet und der Hochpass mit der Grenzfrequenz von 30 kHz lässt das vom Fototransistor kommende Signal passieren, so kann man ziemlich sicher sein, dass das Licht von der Leuchtdiode kam und nicht von Fremdlichtquellen.

Weitere Informationen:

Details zum Thema gibt es z.B. unter den folgenden URLs:

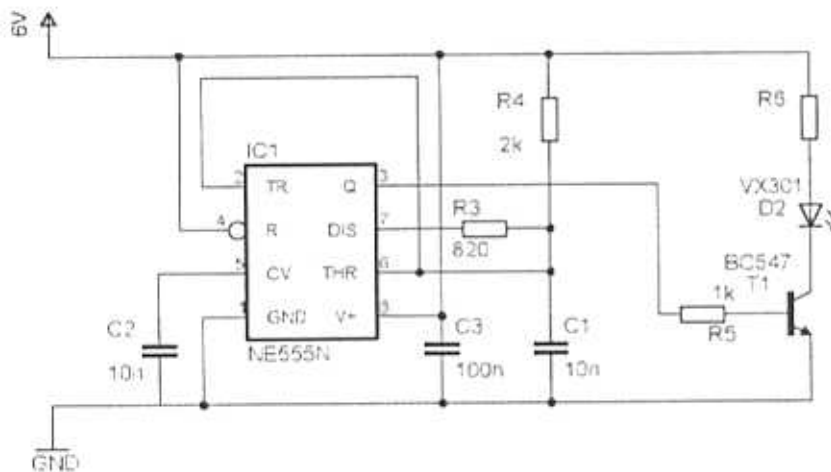
<http://www.e-online.de/sites/sic/0304101.htm>

<http://www.e-online.de/sites/slt/0206171.htm> (Hochpass)

(Lichtschranke)

Tormarkierung

Um das Tor für den Roboter sichtbar zu machen, ist es durch ein 38KHz Infrarotlichtsignal markiert. An jede Gruppe wird so ein Infrarotemitter ausgeteilt, zusätzlich hier der Aufbau der Schaltung. Es wird der Schaltplan für die Lichtsensorschaltung (moduliert) verwendet:



Folgende Änderungen müssen vorgenommen werden:

1. die GaAlAs-IR-Sendediode wird als D2 eingesetzt
2. R4 sollte 1,8 kOhm betragen
3. C3 ist nicht notwendig und wird weggelassen

Die IR-Diode wird so präpariert, dass sie das Licht in einem Winkel von etwa 120° aussendet. Die Energieversorgung erfolgt über 4 Batterien Mikro AAA 1,5 V, die in Reihe geschaltet werden.

Die Schaltung und die Batterien werden in einer Filmdose untergebracht. Die Diode wird auf der Verschlusskappe senkrecht angebracht. Mit einem Schirm aus Pappe wird das Infrarotsignal in eine definierte Richtung gelenkt.

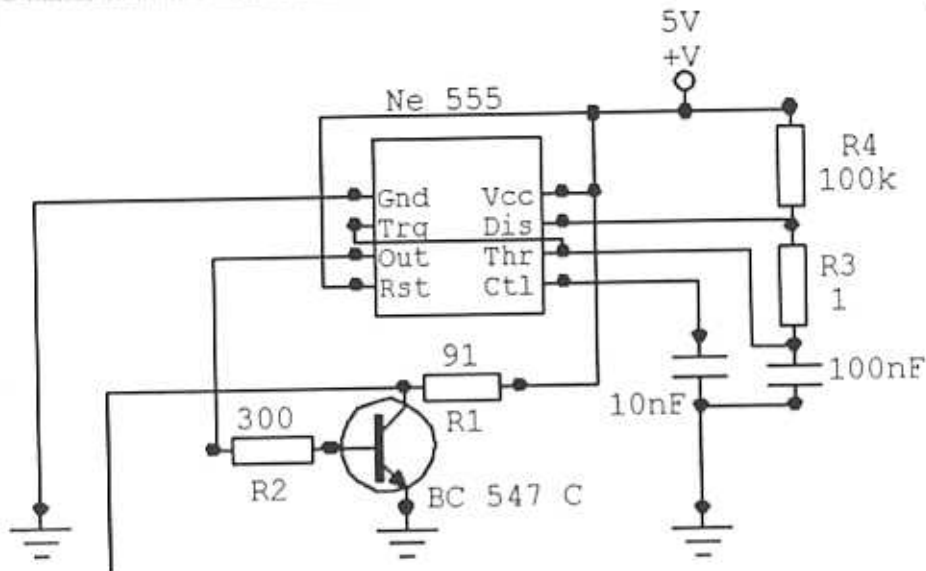
Tordetektierung

Um das so markierte Tor anzupeilen, kann der mitgelieferte Tsop-Baustein verwendet werden. Dieser ist eigentlich in Fernsehern zu finden, welche mit einer Fernbedienung gesteuert werden. Hat der Tsop ein 38 KHz Signal detektiert, so legt er seinen Ausgang auf High. Allerdings schaltet er schon nach kurzer Zeit wieder auf Low, obwohl er weiterhin das 38 KHz Signal empfängt.

Um dies auszugleichen, verwendet Blue II folgende Schaltung:

Die Masse des Tsop wird alle 7ms für 7 μ s auf Plus gelegt. Damit wird der Baustein zurückgesetzt. Wenn er also ein Signal empfängt, so bleibt der Tsop-Ausgang auf High.

Logischerweise ist der Ausgang während der kurzen Zeit des Zurücksetzens auf Low. Dies könnte im ungünstigen Fall von der Steuereinheit falsch interpretiert werden. Deshalb kann das Signal noch durch eine Kondensatorschaltung geglättet werden.



5.4 Aktoren

Motortreiber

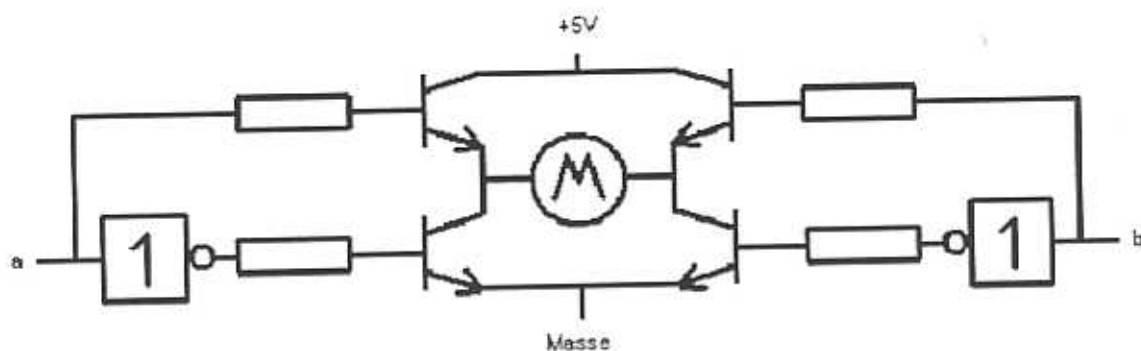
Für einen Roboter ist es häufig wichtig die Geschwindigkeit seiner Motoren regeln zu können. Eine gute Möglichkeit dies zu realisieren ist der PWM – Ausgang des Controllers. Statt ein analoges Signal auszugeben, wird der Ausgang in schneller Folge auf High oder Low gesetzt. Durch unterschiedliche Signallänge, ergeben sich im Mittel unterschiedliche Spannungen.

Transistoren können schnell genug schalten, um dem PWM – Signal zu folgen. Der Motor hingegen nicht. Es wirkt so, als ob eine konstante Spannung am Motor anläge. Es hat sich als Vorteilhaft erwiesen das Signal mit Kondensatoren am Motor zu glätten und zusätzlich noch sogenannte Freilaufdioden zu verwenden.

Motortreiber aus NPN-Transistoren:

Ein einfacher Motortreiber lässt sich mit geeigneten Transistoren aufbauen, die Schaltung dazu sieht folgendermaßen aus:

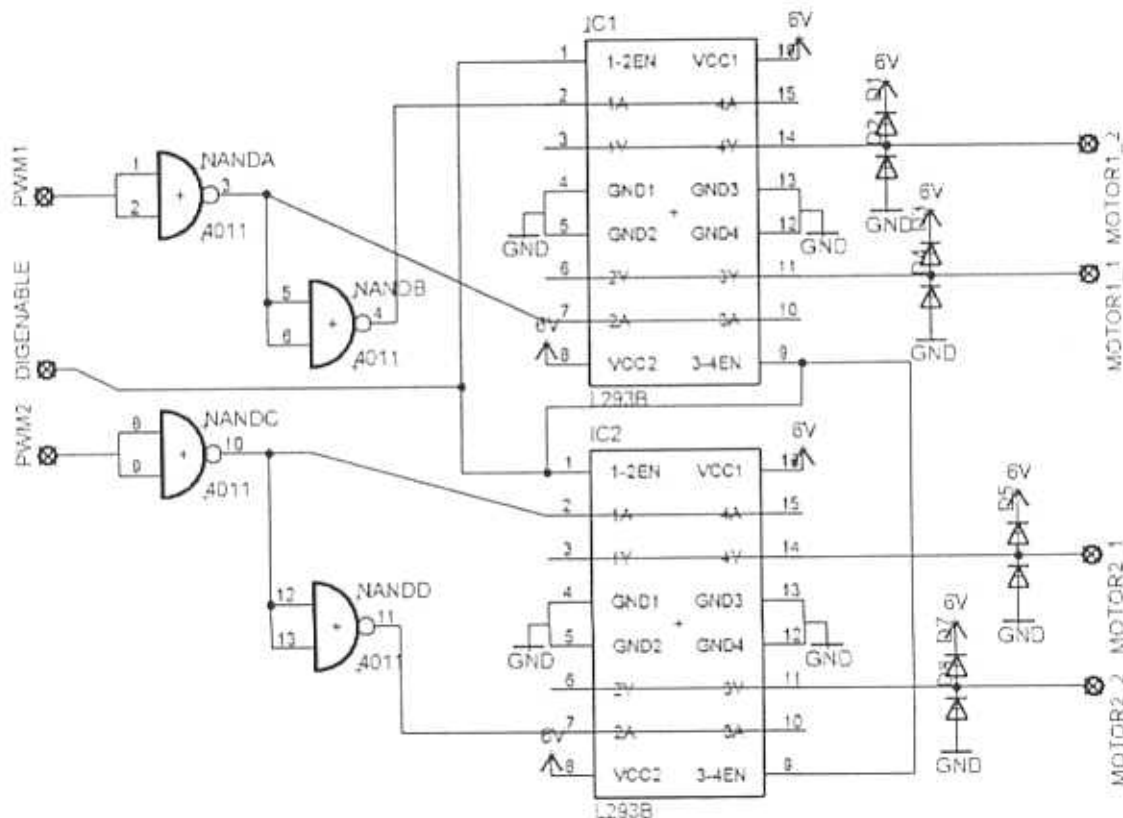
Die Widerstände haben alle den gleichen Wert. Dieser sollte zwischen 220 und 500 Ohm, da die Widerstände den Motorstrom und damit auch die Motorspannung begrenzen. Die Eingänge a und b werden mit +5 V und 0 V Pegeln betrieben.



a	b	Motor
0	0	aus
0	1	rechts
1	0	links
1	1	aus

Motortreiber mit ICs

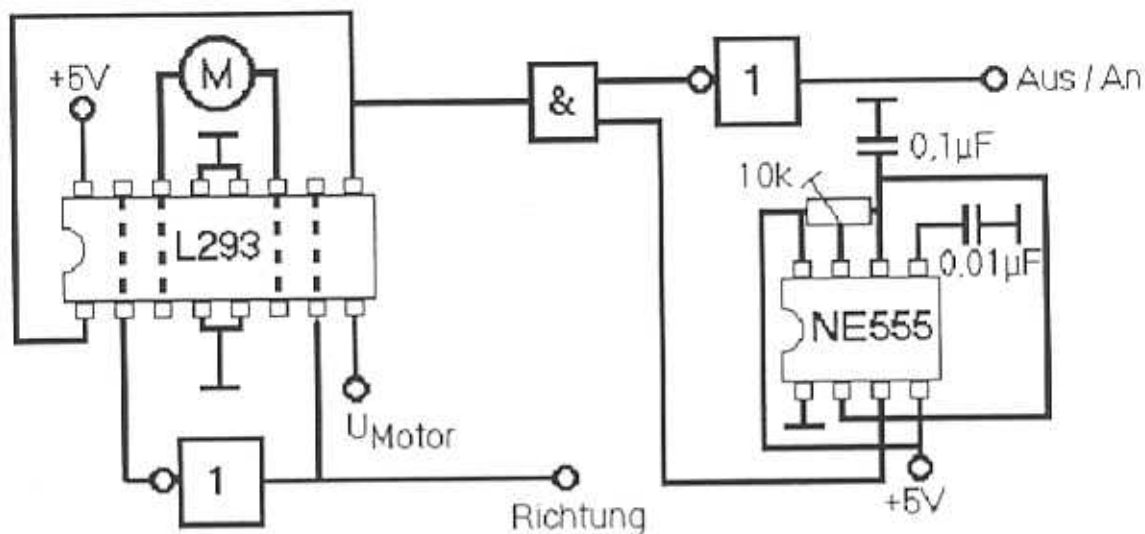
Aus den mitgelieferten Motor-ICs lässt sich ein weiterer Motortreiber aufbauen. Bei BLUE II funktionierte dieser sehr gut. Ein Problem allerdings ist die Wärmeentwicklung.



Motortreiber mit einstellbarer Geschwindigkeit:

Es kann vorkommen, dass die beiden Antriebsmotoren nicht exakt gleich schnell laufen, auch wenn sie mit der gleichen Spannung angesteuert werden. Um einen guten Geradeauslauf des Roboters zu gewährleisten, ist ein Gleichlaufen der Motoren erforderlich. Dies kann mit einer Zusatzbeschaltung der Motortreiber erreicht werden.

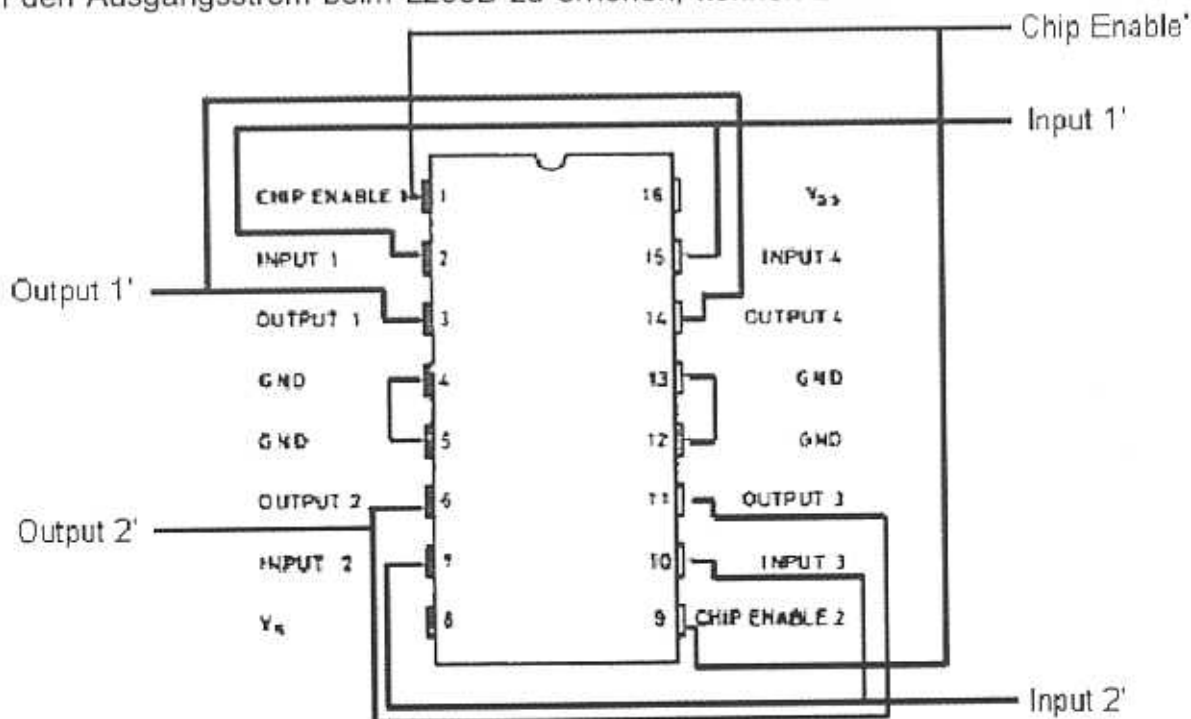
Der linke Teil der Schaltung ist der eigentliche Motortreiber, der rechte Teil ist für die Geschwindigkeitssteuerung zuständig. Dabei kann die Geschwindigkeit an dem 10 kOhm Potentiometer eingestellt werden. Der Inverter am „Aus/An“-Eingang ist erforderlich, da die C-Control im Pause-Zustand immer +5 V ausgibt. Ohne Inverter wäre der Motor somit ständig in Betrieb.



- ! Verbindung
- + Kreuzung (keine Verbindung)

Erhöhen des Ausgangsstromes am Beispiel eines L293B:

Um den Ausgangsstrom beim L293B zu erhöhen, können zwei oder mehrere Aus-



gänge und die dazugehörigen Steuereingänge parallel geschaltet werden (siehe Schaltbild).

Die „neuen“, zusammengefassten Input- und Outputanschlüsse funktionieren genauso wie die einzeln verschalteten Anschlüsse. Die Anschlüsse für die Spannungsversorgung bleiben unverändert.



5.5 Energiespeicher

Um eine Beschädigung des Bleiakkus beim Aufladen zu vermeiden sind einige Hinweise zu beachten. Es ist theoretisch und praktisch möglich, dass der Akkumulator auf Grund von zu hohem Ladestrom heiß wird und überkocht. Dies ist zu vermeiden indem der Strom begrenzt wird. Bei Bleiakkumulatoren gilt folgende Faustregel:

Der Ladestrom (in Ampere) darf ein Zehntel der Ladung des Bleiakkumulators (in Ampere pro Stunde) nicht überschreiten.

Das heißt in unserem Fall: $I < 300 \text{ mA}$.

Dazu benötigt man ein Netzgerät mit Strombegrenzungseinstellung. Im Leerlauf wird eine Spannung von 6,8 V eingestellt (s. Datenblatt). Diese Einstellung wird beibehalten und der Akku wird angeschlossen. Nun muss noch der richtige Strom eingestellt werden. Er sollte besonders bei vorgeladenen Akkus möglichst gering sein. Der Ladevorgang ist abgeschlossen, wenn die Spannung des Akkus 6,5 V beträgt (Anzeige am Netzgerät oder Prüfung durch Spannungsmesser). Bei entladendem Akku kann die Ladezeit über 15 Std. betragen.



ANNEX 1 - MATERIALLISTE

Alle Bestellnummern beziehen sich auf den Reichelt-Versand (www.reichelt.de).
Teile von Conrad Elektronik (www.conrad.de) sind mit "Conrad" vor der Bestell-
nummer markiert.

Anz.	Bezeichnung	Best.-Nr.	Pr./Stk.
7	IR-Sendediode SFH 409	Conrad 183776	0,89
7	IR-Transistor SFH 309	Conrad 153870	0,89
5	IR-Empfängermodul TSOP1838	Conrad 171115	1,51
2	Hochleistungs-Getriebemotor 6V	Conrad 240745	15,95
1	C-Control Starterset BASIC	Conrad 124079	51,1
1	Spannungsregler 5V	LM 2940 CT5	0,65
15	Transistor BC 547C	BC 547C	0,03
4	Transistor BD 139	BD 139	0,18
2	Motortreiber IC L293 B	L 293 B	1,6
5	IC-Sockel 8 pol.	GS 8	0,04
9	IC-Sockel 14 pol.	GS 14	0,04
2	IC-Sockel 16 pol.	GS 16	0,04
10	LED 3mm, rot	LED 3MM RT	0,05
6	LED 3mm, grün	LED 3MM GN	0,05
5	NE555	NE 555 DIP	0,14
3	74HC32 (4faches ODER)	74HC 32	0,17
3	74HC08 (4faches UND)	74HC 08	0,17
3	74HC10 (4faches NAND)	74HC 10	0,16
3	74HC04 (6 Inverter)	74HC 04	0,18
2	Leerbox 12 Fächer	LEERBOX A4	1,5
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 1,0	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 10	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 47	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 100	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 150	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 200	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 330	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 470	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 1K	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 4,7K	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 10K	0,1
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 100K	0,1
6	Potentiometer 1k Ω	PT 15-L 1,0K	0,21
6	Potentiometer 10k Ω	PT 15-L 10K	0,21
6	Potentiometer 100k Ω	PT 15-L 100K	0,21
5	Elektrolytkondensator 1 μ F	rad 1/63	0,04
10	Elektrolytkondensator 10 μ F	rad 10/63	0,04
5	Elektrolytkondensator 100 μ F	rad 100/16	0,04



5	Elektrolytkondensator 470 μ F	rad 470/16	0,11
5	Keramik-Kondensator 1nF	Kerko 1,0n	0,04
5	Keramik-Kondensator 3,3nF	Kerko 3,3n	0,04
10	Keramik-Kondensator 10nF	Kerko 10n	0,04
5	Keramik-Kondensator 47nF	Kerko 47n	0,09
10	Keramik-Kondensator 100nF	Kerko 100n	0,07
5	Elektrolytkondensator 220nF	rad 0,22/100	0,04
5	Elektrolytkondensator 470nF	rad 0,47/63	0,04
25	Dioden 1N4148	1N 4148	0,02
2	Europlatine Streifen 2,54 mm	H25SR160	1,3
2	Europlatine Punkte 2,54 mm	H25PR160	1,65
1	Schaltlitze 0,14mm ² x 6m, rot	Litze rt	0,59
1	Schaltlitze 0,14mm ² x 6m, schwarz	Litze sw	0,59
1	Schaltlitze 0,14mm ² x 6m, grün	Litze gn	0,59
1	Schaltlitze 0,14mm ² x 6m, gelb	Litze ge	0,59
0,5	Zwillingslitze 2 x 1,5mm ² x 5m	LA 215-5	1,7
1	Flachbandkabel, farbig, 10adrig x 1m	AWG 28-10F	0,65
3	Anschlussklemme	AKL 059-03	0,23
1	Isolierband, rot	ISOBAND rt	0,46
1	Isolierband, schwarz	ISOBAND sw	0,46
1	Bleiakku 6V – 3,4 Ah	LCR-6V 3,4P	11,3
5	Stiftleiste 2x10 grade	Stiftl. 2X10G	0,13
5	Buchsenleiste 2x10 grade	Buchsenl. 2x10G	0,41
10	Si Diode	1N 5400	0,05

Die Datenblätter zu den Bauteilen findet man im Internet. Dazu gibt man auf den entsprechenden Homepages (s.o.) im Feld "Suchen" die Bestellnummer ein. In der Detailansicht der Bauteile befindet sich meist ein Link auf das zugehörige Datenblatt. Alternativ kann man auch nach der Bauteilbezeichnung suchen (z.B. bei der IR-Sendediode nach "SFH 409").



ANNEX 2 - DATENBLÄTTER

Die Datenblätter für die mitgelieferten Bauteile können unter www.conrad.de sowie www.reichelt.de gefunden werden. Wer über keinen Internetzugang verfügt, kann sich an den Veranstalter wenden.

!!! Wird voraussichtlich nachgeliefert !!!