



TUD – VDE

Roboterwettbewerb 2005

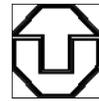
LASTENHEFT

VERSION 1.2

Autoren 2002:
Michael Hofmann, Robert Michel, Edgar Zaunick,

Ergänzung und Überarbeitung:
Jan Henning Peest (2003)
Robert Wolf (2004)
Frank Schnitzer, Daniel Schneider (2005)

Für den Inhalt verantwortlich:
Prof. Dr.techn. Klaus Janschek, Studiendekan Mechatronik
2. Juni 2005



INHALT

1	Anforderungen an die Teilnehmer	3
1.1	Kenntnisse	3
1.2	Fertigkeiten	4
1.3	Soft Skills	4
2	Aufgabenstellung.....	5
2.1	Umgebung.....	5
2.2	Wettbewerbsaufgabe I: Bahnverfolgung	6
2.3	Wettbewerbsaufgabe II: Schuss von der Mittellinie	6
2.4	Wettbewerbsaufgabe III: Torserie	6
2.5	Aufgabe IV: Design und Meilensteine	7
2.6	Ergebnis	7
3	Regeln.....	8
3.1	Qualifikation	8
3.2	Geräteeinschränkungen	8
3.3	Baumaterial	8
3.4	Dokumentationspflicht	9
3.5	Konsultation und Meilensteine	9
3.6	Weitere Regeln.....	9
3.7	Änderungen.....	9
4	Wettbewerbsrandbedingungen.....	10
4.1	Wettbewerbsveranstaltung.....	10
4.2	Geräteausgabe	10
4.3	Eigentumsvereinbarung	10
4.4	Haftungsvereinbarung.....	10
5	Erste Schritte.....	11
5.1	Komponenten	11
5.2	Steuereinheit.....	11
5.3	Sensoren.....	12
5.4	Aktoren.....	16
5.5	Energiespeicher	19
5.6	Schussmechanismus	19
ANNEX 1	MATERIALLISTE	20
ANNEX 2	DATENBLÄTTER.....	21

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 gemischte Teilnehmergruppen, in denen sich die Teilnehmer mit ihren Fähigkeiten und Kenntnissen gegenseitig ergänzen.

Die primäre Zielgruppe sind Schüler gymnasialer Oberstufen, 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

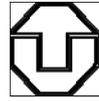
- Ohmsches Gesetz
- Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen
- Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren
- Funktion von Dioden und Transistoren

Informatik

- Bool'sche 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 nötig.

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

Diese sind jedoch schnell erlernbar und als Grundvoraussetzung nicht so dringend erforderlich, wie die weiter oben genannten Kenntnisse.

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.

Achtung!

Es ist wichtig, sich die Zeit für den Bau des Roboters gut einzuteilen. Dazu gehört, Etappenziele festzulegen und diese einzuhalten!

Probleme sind nicht zu vermeiden. Deshalb genügende Zeitreserven für Fehlersuche und Reparaturen einplanen!

Gedankenbeispiel: Ein einfacher aber funktionierender Roboter bekommt immer mehr Punkte als ein überragender Roboter, welcher aus Zeitmangel beim Bau dann doch nur bei einer von drei Aufgaben funktioniert.

2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe des Wettbewerbes ist 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 einem Projekt wie dem Roboterwettbewerb gilt:

"Der Weg ist das Ziel!"

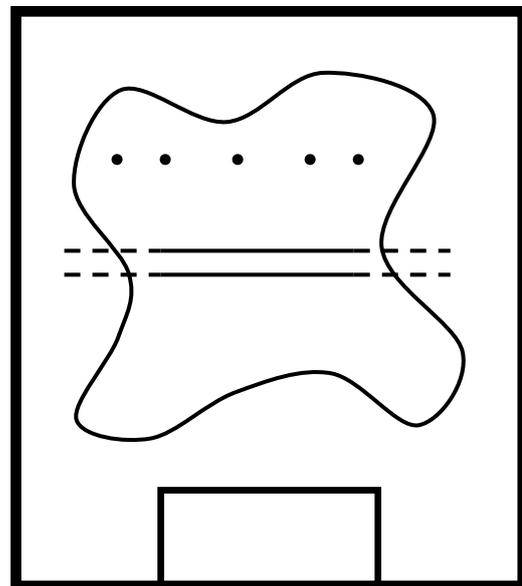
2.1 Umgebung

Die Wettbewerbs-Durchläufe finden auf einer waagerechten Fahrbahn mit den Abmessungen 2,60m * 2,10m 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.

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, zum Tor 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 bis zu fünf Startpunkte markiert, sowie zwei Mittellinien aufgebracht. Diese sind also bei der ersten und dritten Aufgabe nicht vorhanden und können so nicht mit der aufgebrachten Fahrbahn verwechselt werden.



Achtung!

Bei Bau des Roboters muss berücksichtigt werden, dass dieser bei der Linienverfolgung auf Grund seiner Abmessungen nicht gegen die Bande fährt. (Das ist kein Foul, behindert aber den Roboter.) Besonders bei nahe an der Bande liegenden Kurven war dies bei anderen Teams schon häufig der Fall. Selbst wenn der Roboter die im Lastenheft erlaubten Maße einhält, kann dieses Problem auftreten: Die individuelle Robotergeometrie ist entscheidend.

2.2 Wettbewerbsaufgabe I: Bahnverfolgung

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

Der Roboter wird von den einzelnen Teams in den Startbereich zwischen Torraum und Linie gesetzt, ausgerichtet und dann auf Signal des Schiedsrichters gestartet. Nach dem Finden der Linie darf der Roboter 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 zählt die Zeit vom ersten Durchfahren einer Lichtschranke bis zum Beenden der 2ten Runde an dieser Lichtschranke.

Es wird empfohlen die Linie im Uhrzeigersinn zu durchfahren. Die Lichtschranke ist entsprechend dem Uhrzeigersinn nahe des Startbereiches aufgestellt.

Eine Maximalzeit von 5 Minuten darf nicht überschritten werden. Falls per Hand eingegriffen werden muss, oder der Roboter die Linie verlässt, wird dies mit 10 Sekunden Strafzeit geahndet.

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 nach den Vorgaben der Jury ausrichten und ihm einen Ball geben. Der Roboter soll dann losfahren und das Tor anpeilen. Dieses ist durch einen Infrarotsender markiert. Es handelt sich dabei um ein Batteriepack an dem eine Schaltung mit einer Infrarotdiode angebracht ist. Diese emittiert moduliertes Infrarotlicht (ähnlich dem einer Fernbedienung). Ein Wettkampfsender wird mitgeliefert.

Zwischen den für diese Aufgabe aufgeklebten beiden Mittellinien muss der Torsschuss erfolgen. Danach darf der Schussmechanismus automatisch oder manuell nachgespannt werden.

Zur Bewertung dient die Anzahl der geschossenen Tore. Bei Handeingriffen oder bei Überfahren der 2. Linie zählt ein erzieltes Tor nicht.

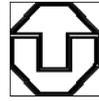
2.4 Wettbewerbsaufgabe III: Torserie

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. Um das Einsammeln der Bälle zu erleichtern befinden sich diese auf geraden Abschnitten der Bahn. Nach jedem Schuss bekommen die Teams die Möglichkeit den Schussmechanismus neu zu spannen, sollte dies nicht automatisch geschehen. 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 oder erfolgt der Schuss erst innerhalb des Strafraumes, so zählt ein eventuell erzieltes Tor nicht.

Im Zweifelsfall haben die Schiedsrichter das letzte Wort.



2.5 Aufgabe IV: Design und Meilensteine

Die Punktzahl für die Aufgabe IV setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Der technischen Abnahme und den Meilensteinen. Bei der technischen Abnahme werden die Roboter der Teams, z.B. nach den Kriterien Ästhetik und Originalität, aber auch Funktionalität, Modularität, Wartungsfreundlichkeit und saubere Konstruktion, mit 0 bis 10 Bewertungspunkten je Kriterium von der Jury bewertet. Die so entstehende Reihenfolge wird nach dem Punkteschlüssel belohnt (d.h. 1 bis 6 Punkte).

Für die Meilensteine erhält man zusätzlich 0, 3 oder 6 Punkte.

Die Punkte aus technischer Abnahme und Meilensteine werden addiert.

2.6 Ergebnis

Bei Aufgabe II zählt die Anzahl der erzielten Tore als Punkte.

Bei den anderen Aufgaben erhält der Beste 6 Punkte, der Zweitbeste 5 Punkte, ... und der Letztplatzierte 1 Punkt.

Bei unsportlichem Verhalten eines Teams wird die gegebenenfalls erzielte Punktzahl einer Aufgabe auf 0 gesetzt.

Die erzielten Punkte jedes Teams werden aufaddiert und ergeben so die Reihenfolge der Endplatzierung.

Beim rechtzeitigen Erfüllen eines Meilensteins erhält das Team 3 Punkte (bei 2 erfüllten Meilensteinen 6 Punkte).



3 Regeln

3.1 Qualifikation

Um einen reibungslosen Ablauf des Wettbewerbs zu gewährleisten, müssen alle Teams **bis spätestens zwei Wochen vor der Wettbewerbsdurchführung eine Rückmeldung** über die Fortschritte Ihres Roboters machen. Außerdem ist zu diesem Zeitpunkt dem Veranstalter **die Dokumentation** (siehe 3.4) zuzusenden.

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 Geräteeinschränkungen

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 folgende vom Veranstalter zur Verfügung gestellten Pflichtkomponenten verwendet werden:

- Vom Veranstalter bereitgestellter Controller (als einzige Steuereinheit bzw. einziges programmierbares Bauelement)
- Räder und Getriebemotoren (als einzige 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 in vorher festgelegter Höhe zurückerstattet. 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 und 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). Die Quelltexte sind in elektronischer Form der Dokumentation beizulegen. Der Veranstalter wird rechtzeitig ein Beispielexemplar ausgeben.

3.5 Konsultation und Meilensteine

Begleitend zur Entwicklungsphase der Roboter finden 4 Konsultationen statt.

Die Konsultationen dienen einerseits um Fragen zu stellen und andererseits um den Roboter auf der Wettkampfplatte zu testen. Zur November- und Dezember-Konsultation können je 3 Punkte, für das Erreichen von Meilensteinen erworben werden. Hierzu wird im November die Linienverfolgung abgenommen (einmaliges verfolgen der Linie kompletten geschlossenen Linie) und im Dezember wird der Schussmechanismus (Schuss des Tennisballs über 1,5m) überprüft.

Die Konsultation im Dezember ist Pflicht! In Ausnahmefällen kann ein Team von dieser Pflichtkonsultation durch den Veranstalter befreit werden. Es ist aber empfehlenswert zu diesem Termin zu erscheinen, da unter Wettbewerbsbedingungen getestet werden kann (z.B. mit den Originalscheinwerfern).

ACHTUNG: Die unterschiedlichen Bedingungen zwischen heimischer Teststrecke und Turnierplatte waren in der Vergangenheit oftmals Grund für Fehler.

Die Meilensteine können auch per geeignetem Video-Material vorgeführt werden, wenn dieses bis zum Konsultationstermin eintrifft, müssen aber spätestens zur jeweils nächsten Konsultation dem Veranstalter live vorgeführt werden, um die Zusatzpunkte zu erhalten.

3.6 Weitere Regeln

- Die Schiedsrichter können jeden Roboter disqualifizieren, der eine Gefährdung für Personen, Umwelt oder Wettbewerbsumgebung darstellt.
- Reparaturen an den Robotern sowie das Umprogrammieren des Controllers zwischen den Wettbewerbs-Durchläufen sind erlaubt. Allerdings ist es verboten weitere Teile und Funktionsgruppen dabei hinzuzufügen oder zu entfernen.

3.7 Änderungen

Der Veranstalter behält sich Änderungen des Wettbewerbs-Reglements vor.



4 Wettbewerbsrandbedingungen

4.1 Wettbewerbsveranstaltung

Der öffentliche Wettbewerb findet am **12.01.2006** anlässlich des Schnupperstudiums an der Technischen Universität Dresden statt.

4.2 Geräteausgabe

Die Geräteausgabe inkl. der unterstützenden schriftlichen Unterlagen erfolgt am **25. Juni 2005** an der Technischen Universität Dresden (nähere Angaben siehe persönliches Anschreiben).

4.3 Eigentumsvereinbarung

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

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

4.4 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 leistungsfähig, oder noch besser 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 ein Controllerboard mit einem Atmel 8Bit Mikrocontroller „EVA2“. Bevor man es benutzt, empfiehlt es sich die beigelegte Betriebsanleitung sorgfältig durchzulesen. So erhält man nicht nur einen Überblick über die Fähigkeiten des Controllers, sondern auch über die Randbedingungen diese Funktionen sicherzustellen.

Spannungswandler

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

Programmiersprachen

Als Programmiersprachen kommen Assembler und ein Turbo-Pascal-Dialekt in Frage. Auch C-Compiler sind im Internet zu finden. Es empfiehlt sich aber aufgrund des Komforts die mitgelieferte Turbo-Pascal-Entwicklungsumgebung AVRCO zu verwenden.

Schnittstelle

Der Controller wird mit dem PC über die serielle Schnittstelle verbunden. Die Programmierprogramme können so die Programme auf den Speicher des Controllers schreiben. Andersherum kann dieser auch Meldungen an den PC ausgeben, welche zum Beispiel mit dem Windows Programm Hyperterminal angezeigt werden können.

Eingänge

Wenn die erste Kommunikation mit „EVA2“ erfolgreich war, kann man beginnen die Ein- und Ausgänge zu testen. Die Ausgänge können mit einem Spannungsmessgerät getestet werden. Besonders gut kann man Eingänge testen, indem der Controller den Status des Eingangs am PC ausgibt. Nun können der Eingang auf 0V bzw. 5V gelegt werden. Hierbei sollte man die Eingänge niemals direkt mit den Spannungspolen verbinden (Kurzschluss), sondern einen Vorwiderstand von etwa 100Ohm verwenden.

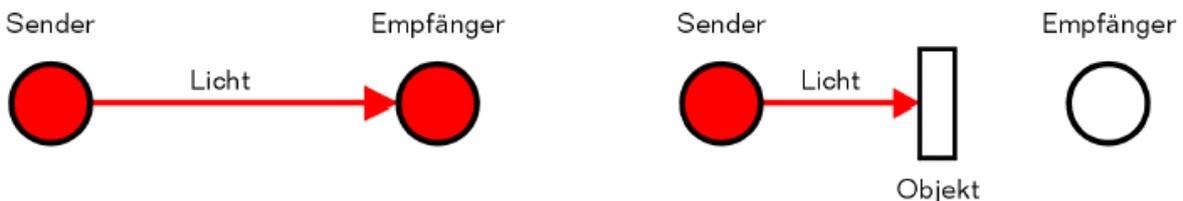
5.3 Sensoren

Lichtschraken und Reflex-Lichttaster

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

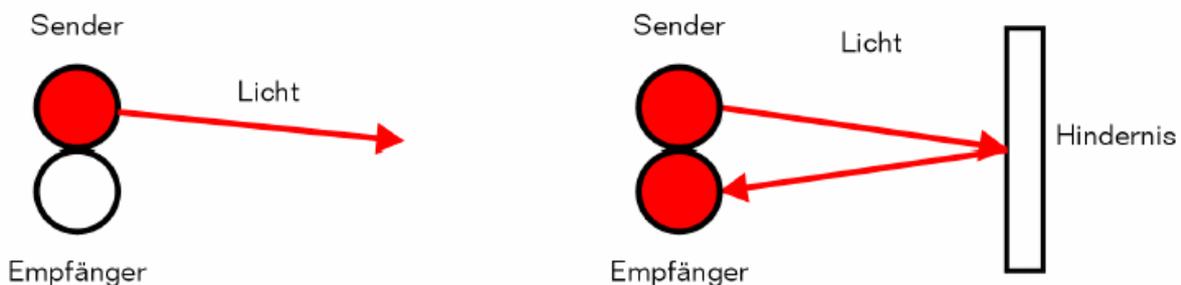
Prinzipieller Aufbau:

Lichtschranke



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

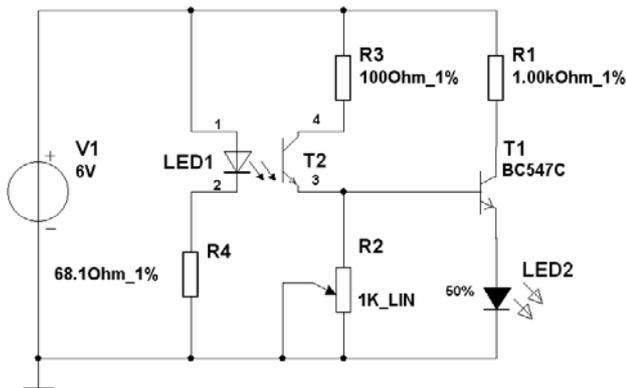
Reflex-Lichttaster



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

Unmodulierte Lichtsensorschaltung (nach dem Prinzip des Reflexschalters)

Um der schwarzen Linien folgen zu können braucht der Roboter einen Sensor, der zwischen Schwarz (Klebeband) und weiß (Grundplatte) unterscheiden kann. Dazu kann die Bahn mit IR-Dioden ausgeleuchtet werden und das zurückgestrahlte Licht ausgewertet werden. Da der Phototransistor auf dem grauen Untergrund nicht hart zwischen „EIN“ und „AUS“ schaltet, dies aber eine Voraussetzung für eine digitale Auswertung ist, kann das Signal mit folgender Schaltung nachbearbeitet werden.



$$R_1 \geq \frac{U_{CC} - U_{F,D1}}{I_{D1,max}} \text{ und } R_1 \geq \frac{(U_{CC} - U_{F,D1})^2}{P_{R1,max}}$$

U_{CC} - 5 bis 6V Betriebsspannung

$U_{F,D1}$ - Flussspannung von Diode 1 (z.B. 2 V)

$I_{D1,max}$ - Maximaler Diodenstrom (2mA oder 20mA)

$P_{R1,max}$ - Maximale Leistung am Widerstand (z.B. 0,25 W)

Mit R4 wird die Leuchtstärke von LED1 eingestellt. Aber Vorsicht, bei zu kleinem Widerstand R3 ist es möglich, dass einer der Transistoren durchbrennt.

Wenn nun durch T2 so viel Strom fließt, dass über R2 ungefähr 0,6 V (die Flussspannung von T1) abfällt, schaltet dieser schlagartig den Ausgang (Anschluss zwischen R1 und T1 vorsehen!) auf Masse.

Die LED2 ist nicht unbedingt notwendig. Besser ist es, eine LED direkt vom Controller anschalten zu lassen, wenn dieser ein Signal vom Schaltungsausgang empfängt. T2 ist ein Fototransistor, welcher je nach Lichtintensität seinen Widerstand verändert. Besonders gut sind die Ergebnisse bei Infrarotlicht. Deshalb sollte die Umgebung mit diesem Licht bestrahlt werden. Graue oder weiße Flächen reflektiert dieses Licht, das schwarze Klebeband nicht. So kann der Roboter entscheiden, ob der Sensor eine Linie „sieht“ oder nicht.

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 ta-dellos)

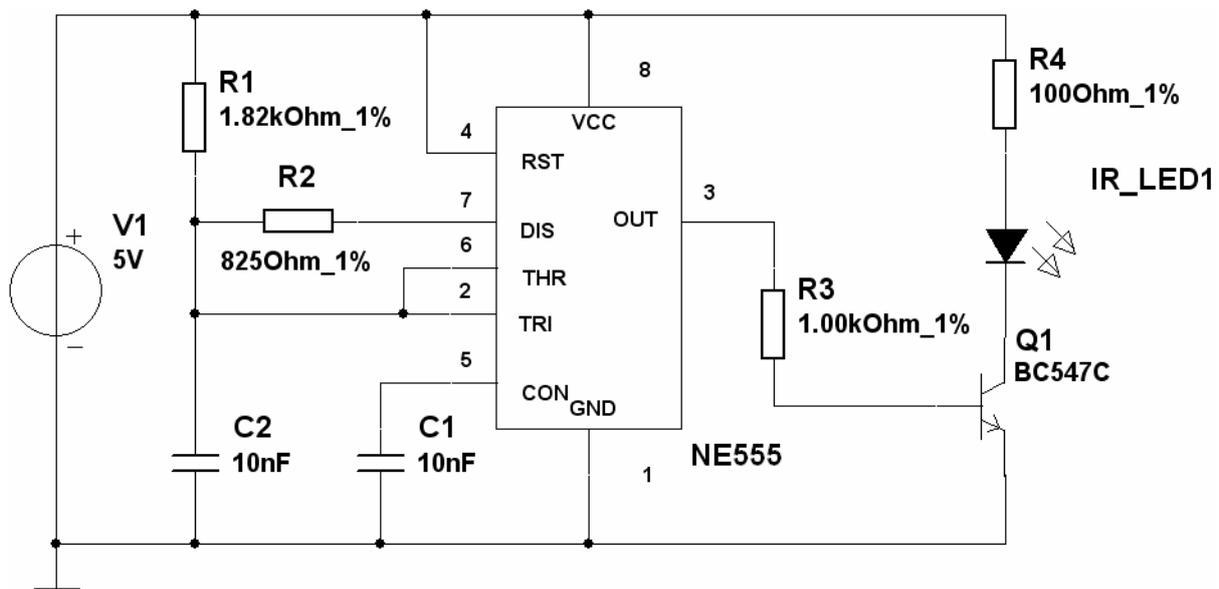
Störquellen

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 einen 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.

Tormarkierung

Um das Tor für den Roboter sichtbar zu machen, ist es durch ein 38KHz Infrarotlichtsignal markiert. An jede Gruppe wird so ein Infrarotemitter ausgegeben. PIN3 des NE555 schwingt immer zwischen High und Low. Die Länge der High- und Low-Intervalle wird durch R1, R2 und C2 festgelegt. Letztendlich schaltet dieses Signal den Transistor Q1, der wiederum die IR-LED schaltet. Schließlich sieht die Schaltung wie folgt aus:



Die Energieversorgung erfolgt über 4 Batterien Mikro AAA 1,5 V, die in Reihe geschaltet werden.

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.

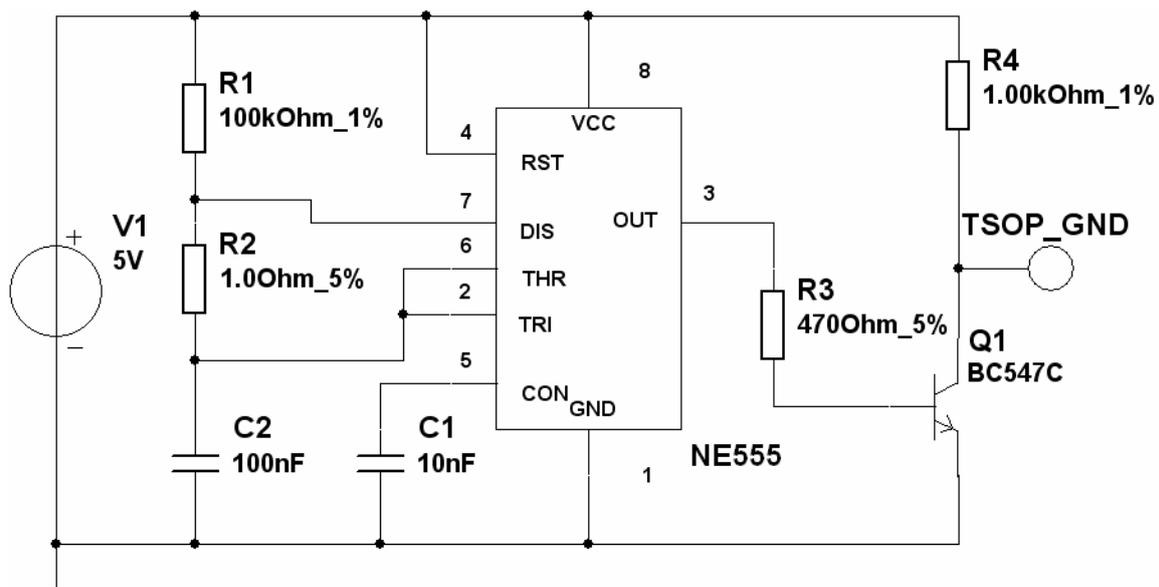
ACHTUNG: Diese TSOP-Bausteine werden von Scheinwerferlicht beeinflusst. Eine sehr gute Abschirmung ist unbedingt erforderlich! Das bedeutet, der Sensor ist in ein Gehäuse einzubauen, so dass nur IR-Licht aus einer ganz bestimmten Richtung auf ihn treffen kann.

Hat der TSOP ein 38 KHz Signal detektiert, so legt er seinen Ausgang von High auf Low. Allerdings schaltet er schon nach kurzer Zeit wieder auf High, obwohl er weiterhin das 38 KHz Signal empfängt.

Um dies auszugleichen, verwendet Blue II folgende Schaltung:

Die Masse des TSOP wird durch die Schaltung alle 7ms für 7 μ s getrennt. Damit wird der Baustein zurückgesetzt. Wenn er also ein Signal empfängt, so bleibt der TSOP-Ausgang auf Low. Hierbei können alle verwendeten TSOP-Bausteine über den gleichen Transistor geschaltet werden.

Der Ausgang ist während der kurzen Zeit des Zurücksetzens auf High. 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 Controlllers. Statt ein analoges Signal auszugeben, wird der Ausgang in schneller Folge von High auf Low gesetzt und wieder zurück. 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 einem kleinen Folien- oder Keramikkondensator am Motor zu glätten.

Zusätzlich sind noch **unbedingt** sogenannte **Freilaufdioden** zu verwenden, die die vom Motor verursachten Spannungsspitzen „kurzschließen“ und so die Steuerelektronik schützen.

Motortreiber aus Transistoren:

Ein einfacher Motortreiber ließe sich grundsätzlich mit geeigneten Transistoren aufbauen.

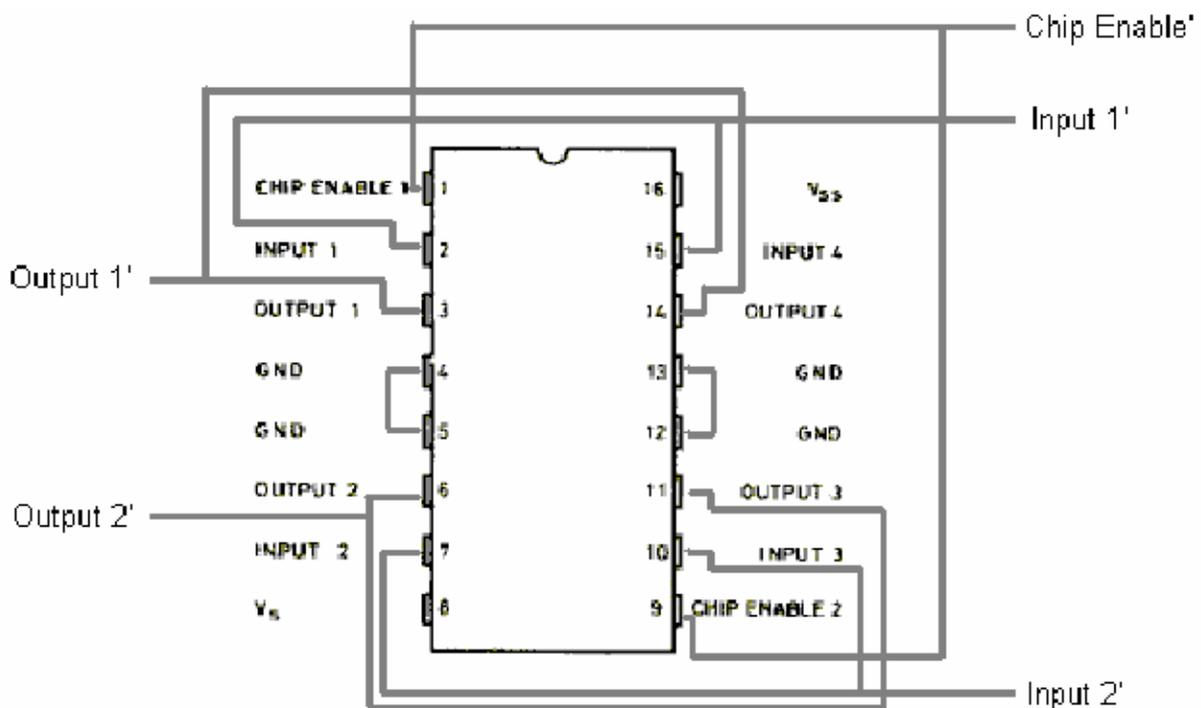
Eine solche Schaltung hat einige große Nachteile:

1. „normale“ Bipolartransistoren (nnp oder pnp) haben einen sehr hohen Spannungsabfall, so dass dem Motor über 1,4V verloren gehen er sich damit kaum noch dreht und die Transistoren sich sehr stark erwärmen werden
2. sollte einmal die verbaute Logik fehlerhaft arbeiten brennt die Steuerung durch
3. platzintensiv

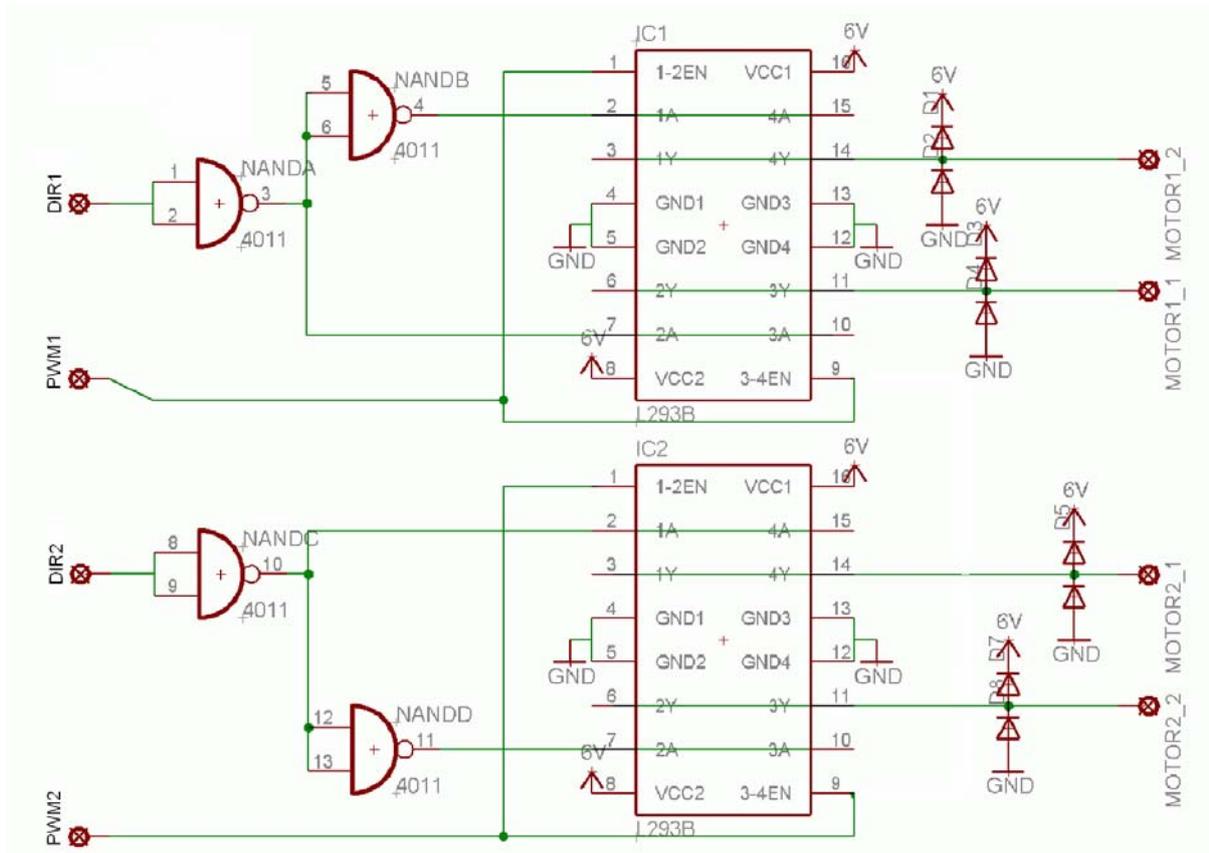
Motortreiber mit ICs

Aus den mitgelieferten Motor-ICs lässt sich ein weiterer Motortreiber aufbauen. Bei BLUE II funktionierte dieser sehr gut. Ein Problem allerdings ist die Wärmeentwicklung. Dies kann jedoch durch zusätzliche Kühlkörper eingeschränkt werden.

Da pro IC 2 Treiber integriert sind, aber ein Treiber pro Motor nicht ausreicht, werden diese beiden Treiber parallel geschaltet, um den nötigen Strom zu erreichen. Die entsprechenden Steuerleitungen müssen dazu auch parallel geschaltet werden. Die „neuen“, zusammengefassten Input- und Outputanschlüsse funktionieren genauso wie die einzeln verschalteten Anschlüsse. Die Anschlüsse für die Spannungsversorgung bleiben unverändert.



Eine Schaltung für beide Motoren zusammen könnte dann wie folgt aussehen:



Die vier Logikgatter (NANDs) dienen allein als Negatoren und stellen sicher, dass die an den ICs angeschlossenen Steuerleitungen gültige Werte haben. Mit den DIR-Signalen wird der Richtungslauf der Motoren geändert. Über die PWM-Signale kann die Drehzahl beeinflusst werden. Die folgende Schaltung ist ein Beispiel für einen Motortreiber. Es gibt natürlich sehr viel verschiedene Möglichkeiten diese Schaltung abzuwandeln, gegebenenfalls zu verbessern oder gar komplett andere Ansätze.



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 Kapazität des Bleiakkumulators (in Ampere pro Stunde) nicht überschreiten.

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

Dazu benötigt man ein Netzgerät mit Strombegrenzungseinstellung. Im Leerlauf(!) wird eine Spannung von 6,9 V eingestellt (s. Datenblatt). Diese Einstellung wird beibehalten und die Strombegrenzung muss auf 300mA gestellt werden. Nun kann der Akku angeschlossen werden. Der Ladevorgang ist abgeschlossen, wenn die Ladeschlussspannung (6,9V) erreicht ist (es fließt kein Ladestrom mehr). Nach abklemmen des Akkus vom Ladegerät, sinkt dessen Spannung in kurzer Zeit auf ca. 6,5V-6,6V ab. Bei entlademem Akku kann die Ladezeit über 15 Std. betragen.

5.6 Schussmechanismus

Grundlegend gibt es keine Einschränkungen bezüglich des Schussmechanismus. Allerdings wird empfohlen eine rein mechanische Lösung (z.B. Spannen einer Feder) zu versuchen, da so die nötigen Energien am besten gespeichert, kontrolliert und abgerufen werden können. Eurer Kreativität sollen aber keine Grenzen gesetzt sein.



ANNEX 1 MATERIALLISTE

Anz.	Bezeichnung	Best.-Nr.	Pr./Stk.
Fertigteile:			
1	Controllerboard		25,00 €
1	Infrarotboje		
2	Räder für Roboterantrieb		
1	Lastenheft		
Conrad:			
7	IR-Sendediode SFH 409	154070	0,89 €
7	IR-Transistor SFH 309	153870	0,89 €
2	Hochleistungs-Getriebemotor 6V	240745	15,45 €
Reichelt:			
12	Transistor BC 547C	BC 547C	0,03 €
4	Transistor BD 139	BD 139	0,18 €
2	Motortreiber IC L293 B	L 293 B	1,60 €
5	IC-Sockel 8 pol.	GS 8	0,03 €
9	IC-Sockel 14 pol.	GS 14	0,04 €
2	IC-Sockel 16 pol.	GS 16	0,04 €
8	LED 3mm, low current, rot	LED 3MM 2MA RT	0,09 €
6	LED 3mm, low current, grün	LED 3MM 2MA GN	0,09 €
4	NE555	NE 555 DIP	0,14 €
3	74HC32 (4faches ODER)	74HC 32	0,17 €
3	74HC08 (4faches UND)	74HC 08	0,17 €
3	74HC10 (3faches NAND)	74HC 10	0,16 €
3	74HC04 (6 Inverter)	74HC 04	0,18 €
2	Leerbox 12 Fächer	LEERBOX A4	1,80 €
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 1,0	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 10	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 47	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 100	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 150	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 200	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 330	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 470	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 1K	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 4,7K	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 10K	
15	Kohleschichtwiderstand 1/4W 5%	1/4W 100K	
6	Potentiometer 1kW	PT 15-S 1,0K	0,21 €
4	Potentiometer 10kW	PT 15-S 10K	0,21 €
2	Potentiometer 100kW	PT 15-S 100K	0,21 €
5	Elektrolytkondensator 1µF	rad 1/63	0,04 €
5	Elektrolytkondensator 10µF	rad 10/63	0,04 €
5	Elektrolytkondensator 100µF	rad 100/16	0,04 €
5	Elektrolytkondensator 470µF	rad 470/16	0,11 €



5	Keramik-Kondensator 1nF	Kerko 1,0n	0,04 €
5	Keramik-Kondensator 3,3nF	Kerko 3,3n	0,05 €
5	Keramik-Kondensator 10nF	Kerko 10n	0,04 €
5	Keramik-Kondensator 47nF	Kerko 47n	0,09 €
5	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 €
20	Dioden 1N4148	1N 4148	0,02 €
2	Europlatine Streifen 2,54 mm	H25SR160	1,30 €
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	1,75 €
1	Flachbandkabel, grau, 10adrig x 1m	AWG 28-10G 30m	0,17 €
2	Anschlussklemme RM3,5mm 2polig	AKL 059-03	0,15 €
2	Anschlussklemme RM5,08mm 3polig	AKL 101-03	0,20 €
4	Anschlussklemme RM5,08mm 2polig	AKL 101-02	0,13 €
1	Isolierband, rot	ISOBAND rt	0,46 €
1	Isolierband, schwarz	ISOBAND sw	0,46 €
1	Bleiakku 6V – 3,4 Ah	LCR-6V 3,4P	12,65 €
5	Stiftleiste 2x10 grade	Stiftl. 2X10G	0,13 €
5	Buchsenleiste 2x10 gerade	Buchsenl. 2x10G	0,15 €
10	Si Diode	1N 5400	0,05 €
3	IR-Empfangsmodul 38kHz	TSOP 1738	0,64 €
1	Kontaktleiste, 64-polig, einreihig, RM2,54	SPL 64	0,87 €
10	Pfostenbuchse	PFL 10	0,07 €
1	Seriellles Verbindungskabel	AK 230	0,54 €

Für weitere benötigte elektronische Bauteile wird www.reichelt.de als ein sehr preisgünstiger Elektronikversender empfohlen.

ANNEX 2 DATENBLÄTTER

Datenblätter tragen wesentlich zum Verständnis elektronischer Bauteile und deren Randbedingungen bei.

Die passenden Datenblätter für die mitgelieferten Bauteile können unter www.conrad.de sowie www.reichelt.de gefunden werden. Wer über keinen oder nur langsamen Internetzugang verfügt, kann sich an den Veranstalter wenden und eine CD mit den gewünschten Datenblättern bekommen.