

Dokumentation TE-Projekt

Radpanzer mit Infrarot-Zielerkennung

Gruppenmitglieder:
Christopher Holden und Andreas Eberle

Ausarbeitung von:
Andreas Eberle



Inhaltsverzeichnis

1	Gesamtkonzept.....	3
1.1	Fahrwerk und Aufbauten.....	3
1.2	Grundidee der Zielerkennung.....	4
1.3	Ausrichtung auf ein Ziel.....	4
2	Zielerkennung.....	5
2.1	Aufbau der Hardware.....	5
2.1.1	Zielerkennungs-Sensor-Kopf.....	5
2.1.2	Schrittmotor-Treiber.....	6
2.2	Lichtschanke zur Nullkalibrierung.....	7
2.3	Hilfsmittel Handykamera.....	8
2.4	Den Fokus der Linse finden.....	8
2.5	Generierung des IR-Signals für TSOP1733.....	8
2.5.1	Aufbau des RC5-Codes.....	9
2.5.2	Zeitproblematik der Signalgenerierung.....	9
2.5.3	Programmierung der IR-Signal-Generierung.....	9
2.6	Drehung des Sensorkopfes.....	11
2.7	Auswertung des TSOP-Signals.....	12
2.8	Ein Ziel wird erkannt.....	12
3	Ausrichtung und Zielbeschuss.....	13
3.1	Fahrwerksaufbau und Motortreiber.....	13
3.2	Ausrichtung auf ein Ziel.....	13
3.3	Zielbeschuss.....	14
3.3.1	Softair JLS 2011B.....	14
3.3.2	Softairmontage.....	14
3.3.2.1	Genaue Ausrichtung der Softair.....	15
3.3.3	Ansteuerung der Softair mit einem Servomotor.....	15
3.3.3.1	Montage des Servomotors.....	15
3.3.3.2	Servomotortreiber.....	16
3.3.3.3	Aufbau einer Servomotor-PWM.....	17
3.4	Fortsetzung der Fahrt.....	17
4	Spannungsversorgung und Notabschaltung.....	18
4.1	Schutz vor einer Tiefentladung.....	18
4.2	Notschalter.....	19
5	Erkundungsfahrt mit Ausweichen von Hindernissen.....	20
6	Stücklisten.....	21
6.1	Motortreiber.....	21
6.2	IR-Sender und Empfänger Kopf.....	22
6.3	Softair JLS 2011B AEG.....	22
7	Quellenangaben zu den Datenblättern.....	23

1 Gesamtkonzept

Im Rahmen dieses Projektes sollte ein Radpanzer erstellt werden, welcher selbstständig Ziele erkennt, sich auf diese ausrichtet und beschießt.

Im folgenden sollen das Gesamtkonzept sowie der grobe Aufbau und die Ideen hinter der Software erläutert werden.



1.1 Fahrwerk und Aufbauten

Das gesamte Fahrwerk und der Aufbau des Panzers sowie der rotierende Infrarot-Scanner wurden aus LEGO aufgebaut. Die Entscheidung LEGO zu verwenden lag nahe, da diese in ausreichender Menge vorhanden waren und durch das Steckprinzip sowohl Änderungen als auch evolutionäre Entwicklungsprozesse einfach umzusetzen sind.

Als Beispiel hierfür lässt sich die Konzipierung des Fahrwerks nennen. Die erste Entwicklung des Fahrwerks war falsch dimensioniert. Dies führte dazu, dass das Fahrwerk nach der Anbringung von Teilaufbauten zu klein war und unbedingt vergrößert werden musste. Die verbesserte Konstruktion wurde außerdem stabiler entworfen und bekam einen verstärkten Antriebsstrang, da bei der ersten Konstruktion auch hier Probleme aufgetreten waren.

Wäre das Fahrwerk zum Beispiel aus Metall gefertigt worden, wäre eine Neukonstruktion sehr aufwendig und durchaus kostenintensiv gewesen.

Der entwickelte Panzer wurde als Radpanzer konzipiert, da es von LEGO keine Raupenkettens in dieser Größe gibt und Räder einen geringeren Rollwiderstand besitzen. Dies ist von Vorteil, da die verwendeten LEGO-Motoren kein sehr großes Drehmoment besitzen.

Zur Steuerung des Fahrwerks wird ein separater Mikrocontroller verwendet, welcher im Folgenden als Fahrt-MC bezeichnet wird. Seine Aufgabe besteht in der Steuerung des Fahrwerks, der Ausrichtung auf Ziele und dem Beschuss der Ziele.

1.2 Grundidee der Zielerkennung

Um Ziele erkennen zu können, wird die Reflektion von Licht ausgenutzt. Da der Panzer alles unter Beschuss nehmen soll, was in seinem Zielradius von ungefähr drei bis vier Metern ist, reicht es salopp gesagt „mit einer Lampe den Raum abzusuchen und zu schauen, ob man etwas sieht“.

Als ausgesendetes Licht wird in diesem Projekt Infrarotlicht verwendet, da der Sensor somit weniger vom Tageslicht abhängig ist. Außerdem wird das IR-Licht mit 33 kHz gepulst und mit einem speziellen Codec übertragen um gegen Störungen durch das Umgebungslicht noch unempfindlicher zu sein.

Der Empfang des Lichtes geschieht mit einem TSOP1733-Sensor, welcher geeignet ist das ausgesendete Signal zu erkennen. Außerdem wird das Lichtsignal nicht einfach in jede beliebige Richtung ausgesendet, sondern immer gezielt in eine Richtung, in die dann auch der Empfänger ausgerichtet ist. Durch Montage des Senders und des Empfängers auf einen drehbaren Turm ist es dann möglich die Umgebung nach reflektierenden Zielen abzutasten.

1.3 Ausrichtung auf ein Ziel

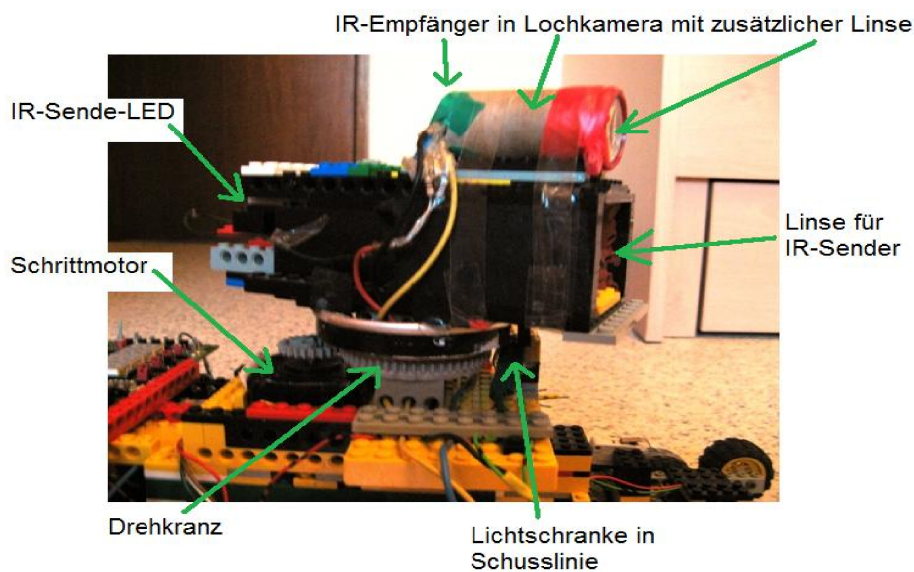
Nachdem ein Ziel erkannt wurde, wird dem Fahrt-MC die Abweichung zur Schusslinie mitgeteilt, woraufhin dieser den Panzer in die Richtung des Ziels dreht. Nach ein paar Ausrichtungen dieser Art ist das Ziel dann genau in der Schusslinie und der Panzer beschießt es. Wenn keine Ziele mehr vorhanden sind, wird gewartet, bis der Sensordrehturm wieder ein Ziel erkennt.

2 Zielerkennung

Die Zielerkennung bildet das Herzstück dieses Projektes, da ohne sie logischerweise kein Ziel gefunden und beschossen werden kann.

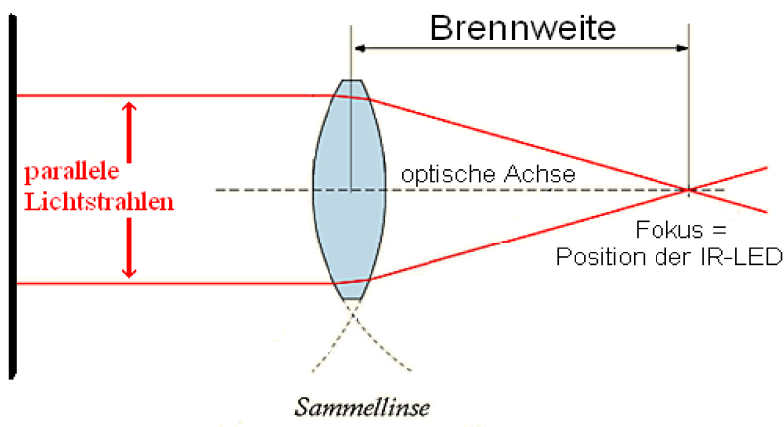
2.1 Aufbau der Hardware

Die im Folgenden erklärten Teilbereiche der Zielerkennungs-Hardware ergeben zusammengefügt den hier zu sehenden Sensordrehturm.



2.1.1 Zielerkennungs-Sensor-Kopf

Die Zielerkennung wurde mittels Infrarotlicht realisiert. Hierzu wird, wie in der Skizze gezeigt, eine Infrarot-LED im Brennpunkt einer konvexen Linse positioniert. Das ausgesendete Licht wird somit von der Linse zu einem fast parallelen Strahl ausgerichtet. Mit dieser Methode gelingt es recht



schnell auf drei Meter Abstand zur Linse einen Lichtpunkt mit einem Durchmesser von zirka 20 cm zu erreichen. Die geringe Größe des Lichtpunkte entscheidet hierbei mit, wie genau die Zielerkennung später sein kann.

Der Sensor TSOP1733 sollte möglichst nahe an der optischen Achse positioniert werden, da er so das reflektierte Licht am besten empfangen kann. Eine Abweichung von wenigen Millimetern zur optischen Achse kann bereits eine Halbierung des Erkennungsradius verursachen. Außerdem ist darauf zu achten, dass zwischen der LED und der Linse kein IR-Streulicht nach außen gelangen darf, da sonst der TSOP dieses Signal empfängt und ein Dauer-An-Signal liefert.

Die Licht undurchlässige Hülle wurde bei uns mit LEGO realisiert und zusätzlich mit schwarzem Klebeband abgeklebt. Zusätzlich wurde der Sensor oberhalb der Linse, leicht nach hinten versetzt und in einem Rohr, wie in einer Art Lochkamera, positioniert. So konnte die Empfindlichkeit gegenüber Streulicht vom Boden auf beinahe Null reduziert werden.

Um die Zielerkennung zu verbessern wurde vor das Rohr, in dem der IR-Empfänger platziert ist, eine weitere Linse angebracht, die das reflektierte IR-Licht, wie bei einem Fernglas, bündelt und dessen Effekt auf den Sensor verstärkt.

Der gesamte Sender- und Empfängerkopf (im folgenden als Sensorkopf bezeichnet) wurde drehbar montiert und die Kabel für Masse, Versorgungsspannung, IR-LED-Signal und das TSOP-Signal so montiert, dass einige Umdrehungen des Sensorkopfes möglich sind.

Ein Schrittmotor vom Typ Howard Ind. 1-19-4 greift über ein LEGO-Technik-Zahnrad am Sensorkopf an. Somit kann die Ausrichtung des Sensorkopfes anhand der gefahrenen Schritte errechnet werden. Zur Steuerung des Schrittmotors wird ein Motor-Treiber verwendet.

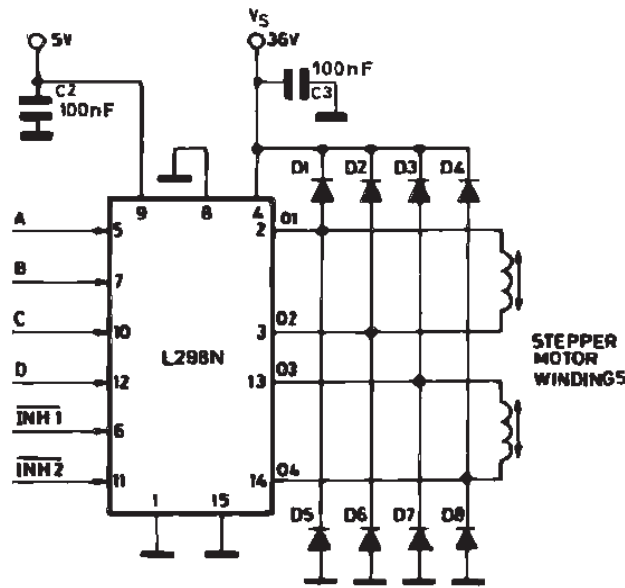
2.1.2 Schrittmotor-Treiber

Zur Ansteuerung des Schrittmotors wird auf eine Standardlösung zur Ansteuerung von Schrittmotoren zurückgegriffen.

Der Motortreiber-IC L298 besitzt zwei H-Brücken, die es ermöglichen entweder zwei Gleichstrommotoren oder einen Schrittmotor anzusteuern. Zur Beschaltung des L298 werden die in der Stückliste aufgeführten Bauteile benötigt. Die Dioden dienen hierbei dem Schutz des IC vor induktiven Spannungen, welche zum Beispiel beim Abschalten des Motors entstehen und den IC zerstören können.

Weitere Informationen und Spezifikationen des IC L298 sind im Datenblatt zu finden, welches im Anhang beigefügt und in der Quellenangabe benannt ist.

Schaltplan zur Ansteuerung des Motortreiber-ICs L298:

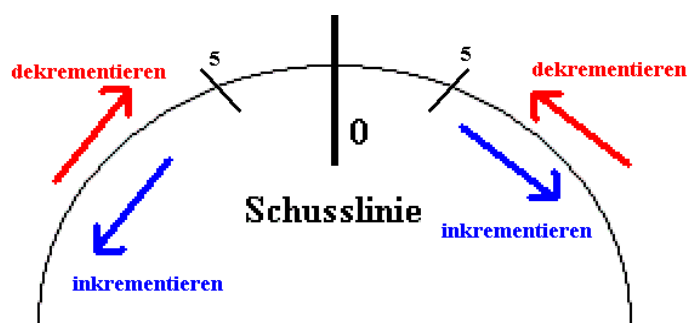


2.2 Lichtschranke zur Nullkalibrierung

Bei der Drehung des Sensorkopfes kann es zu Schrittverlusten kommen, wodurch die Position des Sensorkopfes nicht mehr anhand der gefahrenen Schritte errechnet werden kann. Um daraus entstehende fehlerhafte Zielausrichtungen und Fehlschüsse zu vermeiden, wurde in der Schusslinie eine Lichtschranke positioniert.

Der Schrittzähler wird nun bei jedem Durchgang der Schusslinie auf Null zurück gesetzt. Falls er davon abgewichen ist, wird außerdem eine Signal-LED auf dem Mikrocontroller aktiviert um den Schrittverlust deutlich zu machen.

Für den Schrittzähler wurde der hier dargestellte Werteverlauf realisiert. Beim Wegdrehen von der Schusslinie wird er inkrementiert und beim Drehen in Richtung Mitte wieder dekrementiert.



Somit hat ein gewisser Winkel auf beiden Seiten immer den gleichen Schrittwert, wodurch die Berechnung des zu drehenden Winkels wesentlich einfacher wird und beim Erreichen der Schusslinie der Zähler Null beinhalten sollte. Falls das nicht zutrifft, geschah ein Schrittverlust.

Die Position der Lichtschranke in der Schusslinie hat auch den Sinn, dass so genau erkannt werden kann, ob ein Ziel in der Schusslinie ist, da das Lichtschrankensignal dann eine Flanke liefert.

2.3 Hilfsmittel Handykamera

Da die verwendete Infrarot-LED LD274 ein Licht mit 950 nm Wellenlänge aussendet, kann dieses nicht mit dem menschlichen Auge wahrgenommen werden. Als Hilfsmittel, um zu überprüfen, ob die LED leuchtet und wie groß der IR-Lichtpunkt auf eine bestimmte Distanz ist, eignet sich eine „billige“ Digitalkamera, wie zum Beispiel eine Handykamera. Die Sensor-Chips von Digitalkameras erkennen auch Infrarotlicht im nahen Infrarotbereich. Jedoch werden die Sensor-Chips teurer Kameras vor dem Einfluss des Infrarotlichtes durch eine Infrarot-undurchlässige Beschichtung geschützt und erkennen deshalb das Infrarotlicht nicht. Billige Kameras besitzen diese Beschichtung nicht und können daher das IR-Licht für den Menschen auf dem Display „sichtbar“ machen.

2.4 Den Fokus der Linse finden

Für die möglichst parallele Ausrichtung der IR-Lichtstrahlen wurde eine vorhandene Lupenlinse verwendet, wodurch zunächst unklar war, wo sich deren Brennpunkt befindet. Um diesen zu finden wurde die IR-LED so befestigt, dass man ihren Abstand zur Linse variieren kann.

Mit der Handykamera ist es so möglich die Größe des IR-Lichtpunktes zu beobachten und diese, indem man Schrittweise den Abstand zwischen IR-LED und Linse verändert, bis zum Optimum zu verringern.

2.5 Generierung des IR-Signals für TSOP1733

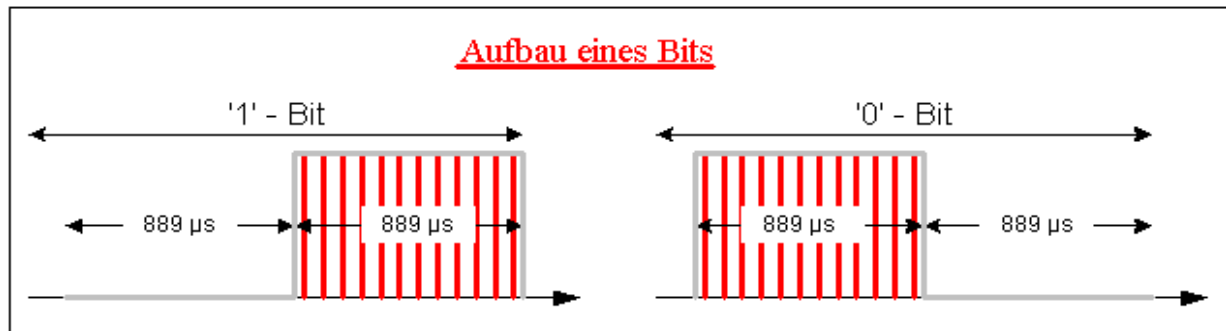
Die Sensorfamilie TSOP17.. ist sehr unempfindlich gegenüber Umgebungslicht, da zum Einen Infrarot-Licht für die Übertragung verwendet wird und zum anderen eine Trägerfrequenz und spezielle Codecs die Übertragung gegen Fremdsignale schützen.

Für die Umsetzung des Projektes wurde der TSOP1733 verwendet. Dieser benötigt eine Trägerfrequenz von 33 kHz, die bei uns mit einem Mikrocontroller generiert wird. Außerdem muss ein vom TSOP unterstützter Codec verwendet werden. Hier Wahl fiel hierbei auf den unterstützten RC5-Code, da dessen Aufbau recht einfach ist und somit ein geringerer Programmieraufwand nötig war.

2.5.1 Aufbau des RC5-Codes

Der RC5-Code sieht pro Signalübertragung 14 Bits vor, die direkt nacheinander gesendet werden müssen. Nach diesen 14 Bits muss eine Signal-Pause von zirka 25 ms erfolgen.

Jedes der 14 Signal-Bits muss, wie im folgenden Bild gezeigt, aus 32 IR-Impulsen mit 33 kHz und 889 μ s Pause bestehen. Die Anordnung Pause-Signal bedeutet ein 1-Bit.



2.5.2 Zeitproblematik der Signalgenerierung

Das für den Sensor TSOP1733 benötigte 33 kHz-Signal hat zirka eine Periodendauer von 30 μ s. Deshalb beträgt die Zeit, bis der Port für die IR-LED umgepolt werden muss, nur 15 μ s. Bei unserem Mikrocontroller mit einem internen Rechenakt von einem Megahertz bedeutet dies, dass zur Berechnung, ob das Signal umgepolt werden muss, da man gerade in einer Anphase ist, oder ob es aus bleiben muss, da man in einer Ausphase ist, nur 15 Maschinentakte zur Verfügung stehen.

2.5.3 Programmierung der IR-Signal-Generierung

Nach einigen verschiedenen Programmansätzen, welche an der Periodendauer von 15 Maschinentakten scheiterten, wird nun der folgende Code verwendet. Es wird hier Code und kein PAP gezeigt, da ein PAP zu unspezifisch ist um die zeitkritische Umsetzung widerzuspiegeln.

Der Kerngedanke dieser Umsetzung besteht darin schon im Interrupt-Vektor zu prüfen, ob sich das Programm in der Anphase befindet und in diesem Fall schon im Interrupt-Vektor die LED zu komplementieren.

Falls die Ausphase aktiv ist, wird die IR-LED ausgeschaltet. Nach 32 Pulsen in denen die IR-LED aus ist werden die Register für An- und Ausphase zurückgesetzt, der Timer deaktiviert, eine 50 ms Pause ausgeführt und anschließend wieder von vorne begonnen.

```

=====
;
;                               Programm zur Signalgenerierung für TSOP1733 (33kHz)
;
=====
code at 0
include 5131.inc
sjmp INIT
;-----
;Interrupt-Vektoren
;-----
org 01bh      ; Timer 1 Interrupt
              mov A,R7          ;Überprüfung, ob Programm bereits in Ausphase ist
              jz OFF
              cpl P2.1         ;falls nicht, dann wird die IR-LED komplementiert
              dec R7           ;anschließend wird der Zähler für die Anphase dekrementiert

reti
;-----
;Programm
;-----
INIT:
              mov P2,#0        ;Ports zurücksetzen
              mov P0,#0
              mov TMOD,#00100000b ;Timer und Timer-Interrupts      Timer 1 als 8-bit-Autoreload
              mov TCON,#00000100b ;konfigurieren
              mov IE0,#10001000b
              mov TH1,#240     ;Timer für vorfüllen 15µs-Interrupt
              mov TL1,#240
              mov R7,#32      ;Register für Anphase
              mov R6,#32      ;Register für Ausphase
              mov R5,#14      ;Register für Übertragungsbits

PROGRAM:
              jb P3.3, START_TIMER ;die Signalgenerierung startet erst nach betätigen der Taste P3.3
              sjmp PROGRAM

LOOP:
              sjmp LOOP        ;hier wartet der MC auf den Interrupt

START_TIMER:
              setb TR1         ;Timer 1 wird gestartet
              setb P2.0        ;P2.0 zeigt an, dass ir-led an ist
              sjmp LOOP

OFF:
              ;führt die Interrupts während der Ausphase aus
              clr P2.1
              djnz R6,RETURN_INTERRUPT ;wenn Pause noch nicht vorbei
              mov R7,#32        ;Register für neuen Teilpuls zurücksetzen
              mov R6,#32

              djnz R5, RETURN_INTERRUPT ;Teilpuls-Zähler überprüfen
              mov R5,#14        ;und nach Ablauf zurück setzen

              clr TR1          ;Timer anhalten
              call WAIT_25_MS   ;25 ms warten
              setb TR1         ;Timer erneut starten

RETURN_INTERRUPT:
              reti

WAIT_25_MS:
              ;Pause für die Signalfase

S2:
              mov R4,#200
              mov R3,#125
S1:
              djnz R3,S1
              djnz R4,S2
              reti

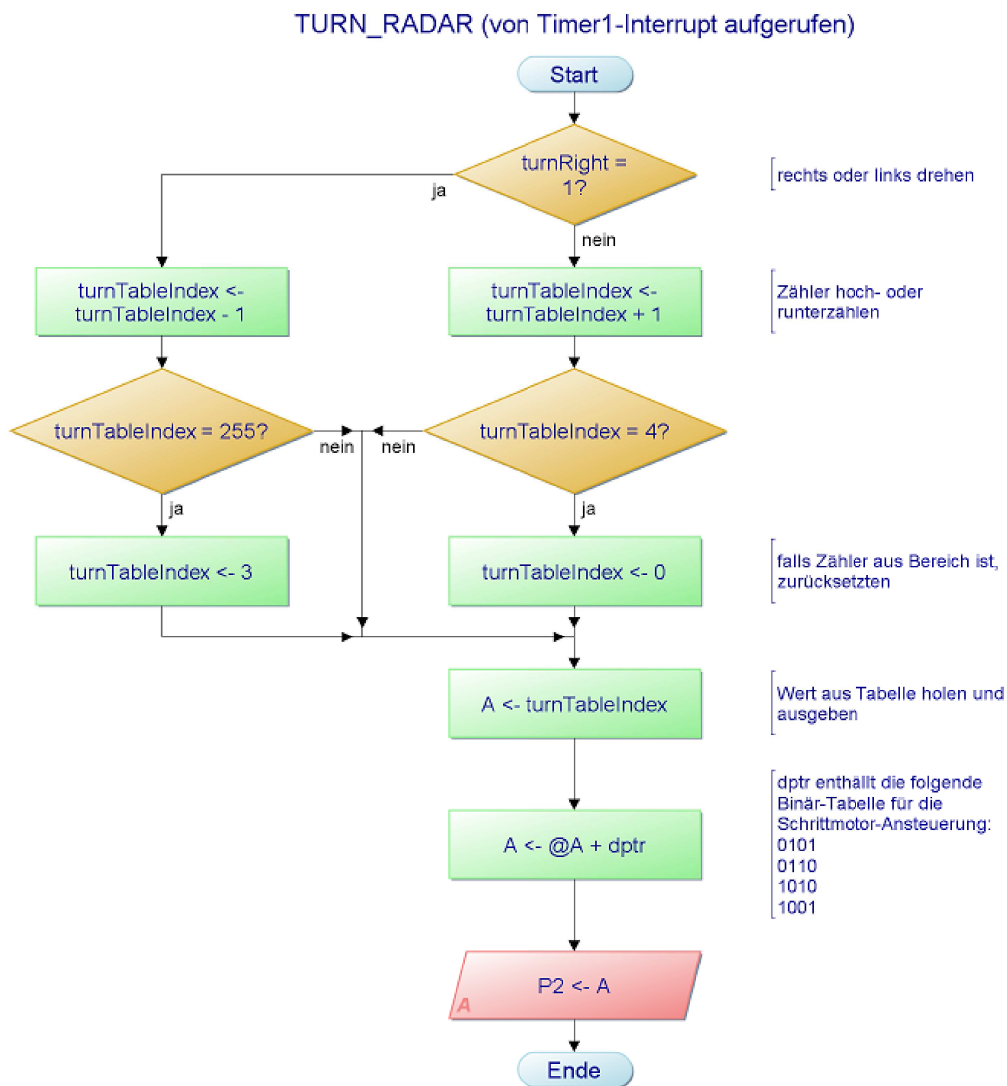
end

```

2.6 Drehung des Sensorkopfes

Der Sensorkopf wird mit Hilfe eines Schrittmotors vom Typ Howard IND. 1-19-4 gedreht. Die Verwendung eines Schrittmotors für die Drehung hat den Vorteil, dass durch einfaches Zählen der gefahrenen Schritte sehr genau die Richtung, in der das Ziel ist, berechnet werden kann. Die Genauigkeit der Richtungserkennung ist hierbei sehr wichtig um das Ziel überhaupt treffen zu können.

Hier nun ein vereinfachter PAP der Schrittmotoransteuerung, die vom Ziel-MC übernommen wird. Das Unterprogramm TURN_RADAR, das hier dargestellt ist, wird vom Timer1-Interrupt aufgerufen.



2.7 Auswertung des TSOP-Signals

Da unser Sensor-System auf der Reflektion des IR-Lichtes durch ein Zielobjekt basiert, kann es durch Reflektionen der Umgebung dazu kommen, dass ein Umgebungsobjekt fälschlicherweise als ein „Ziel“ erkannt wird. Solche Störungen können durch den Boden, weiter entfernte aber stark reflektierende Objekte oder gar durch Staubkörner verursacht werden.

Zur Unterdrückung derartiger Störungen wird ausgenutzt, dass diese meist nur von kurzer Dauer sind, weshalb das geeignete Mittel zur Entstörung eine benötigte Mindestdauer des Zielsignals ist.

Das IR-Signal, welches durch den RC5-Code festgelegt ist, besteht aus mehreren Pulsen. Anstatt einen Timer zur Zeitdauererkennung zu verwenden ist es also ausreichend lediglich die Anzahl der empfangenen Pulse zu zählen. Ein Ziel wird somit erst dann erkannt, wenn von diesem 10 Pulse empfangen wurden.

2.8 Ein Ziel wird erkannt

Nach der Erkennung eines Ziels, wird ein Signal-Bit gesetzt, welches den Fahrt-MC veranlasst seine Standardfahrt zu unterbrechen und zunächst einmal stehen zu bleiben.

Anschließend wird mit Hilfe der seriellen Schnittstelle die Schrittabweichung zur Schusslinie vom Zielerkennungs-MC an den Fahrt-MC übertragen.

Falls sich der Sensordrehturm gerade von der Schusslinie weg dreht, wird zusätzlich dessen Drehrichtung umgekehrt. Dies dient der schnelleren Zielfindung, da der Fahrt-MC nach der Übertragung der Schrittabweichung sofort beginnt die Schusslinie durch eine Drehung anzufahren und die nächste Zielerkennung somit nur in der Nähe der Schusslinie stattfinden kann.

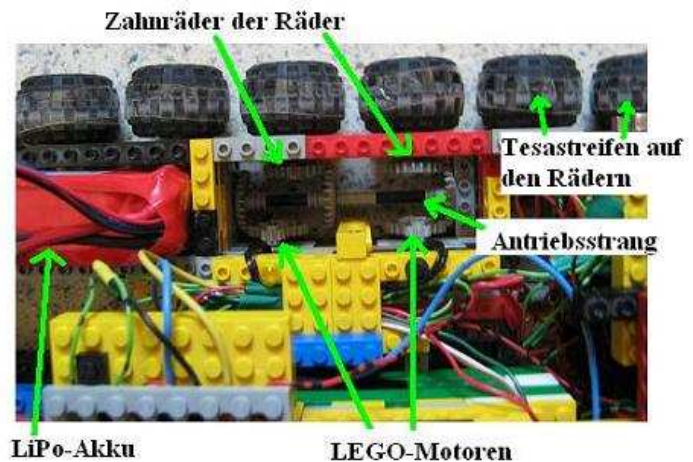
3 Ausrichtung und Zielbeschuss

Bei jeder Erkennung eines Ziels durch den Zielerkennungs-MC, wird ein Bit gesetzt, welches durch eine Kabelverbindung zum Fahrt-MC diesen veranlasst die Standardfahrt zu unterbrechen. Anschließend wird die Abweichung des Ziels zur Schusslinie und ein zusätzliches Bit über die serielle Schnittstelle an den Fahrt-MC übermittelt. Das zusätzliche Bit gibt hierbei die Seite an, auf der das Ziel erkannt wurde.

3.1 Fahrwerksaufbau und Motortreiber

Das Fahrwerk des Radpanzers wird von jeweils zwei LEGO-Technik Motoren pro Seite angetrieben. Es ist notwendig zwei dieser Motoren zu verwenden, da einer alleine nicht genügend Drehmoment besitzt um den Panzer fort zu bewegen oder zu drehen.

Auf beiden Seiten sind die Elektromotoren über einen Antriebsstrang mit allen Rädern verbunden. Der zur Ansteuerung verwendete Motortreiber entspricht dem, der für den Schrittmotor des Sensorkopfes verwendet wurde.



Um das Drehmoment zu verringern, welches für die Drehung des Panzers benötigt wird,

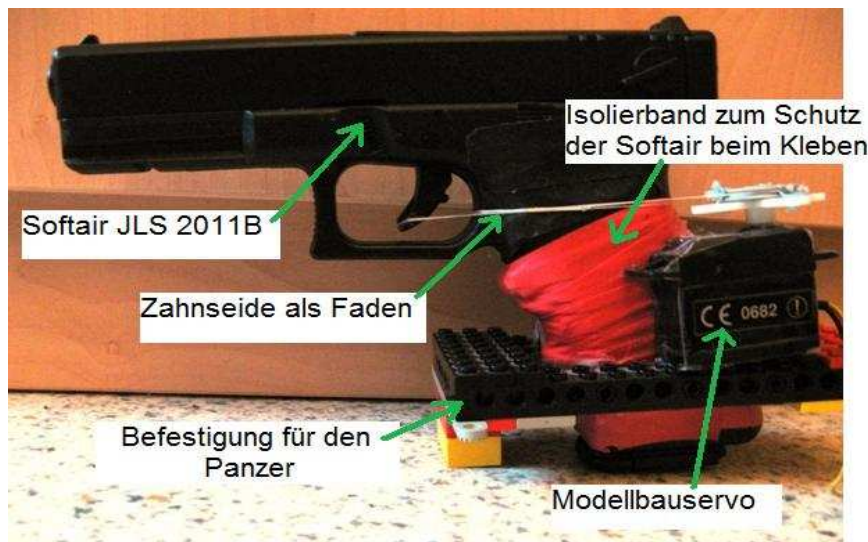
wurden die Antriebsräder mit einem Tesastreifen abgeklebt. Dieser verringert die Haftung der Räder auf dem Boden so, dass sich der Panzer ohne Probleme drehen, aber immer noch fahren kann.

3.2 Ausrichtung auf ein Ziel

Anhand der Schusslinienabweichung berechnet daraufhin der Fahrt-MC, wie lange sich der Panzer drehen muss, um sich auf das Ziel auszurichten. Dies geschieht durch die Multiplikation der Abweichung und einer Konstanten. Danach steuert er die Motoren des Panzers so an, dass der dieser in die richtige Richtung gedreht wird. Nach Ablauf der errechneten Zeit werden die Motoren wieder gestoppt und der Fahrt-MC wartet erneut auf die Übermittlung einer Schusslinienabweichung, mit der dann genauso verfahren wird.

3.3 Zielbeschuss

Falls die übermittelte Schusslinienabweichung Null beträgt, ist klar, dass sich das Ziel in der Schusslinie befindet, weshalb dann mit dem Zielbeschuss begonnen wird. Hierzu wird als Kanone eine Softair verwendet, die mit einem Modellbauservo abgefeuert wird. Das folgende Bild zeigt die Anbauten an die Softair um diese am Panzer zu befestigen und sie auszulösen.



3.3.1 Softair JLS 2011B

Es handelt sich hierbei um eine wahlweise voll- oder halbautomatische AEG (Auto Electric Gun) mit einer Schussenergie von 0,5 Joule. Somit benötigt man für ihren Besitz keinen Waffenschein und kann sie bereits ab einem Alter von 14 Jahren erwerben. Im Panzer wird hier nur die Halbautomatikfunktion verwendet, da so der Fahrt-MC genau bestimmen kann, dass pro Zielerkennung nur ein Schuss abgegeben wird.

3.3.2 Softairmontage

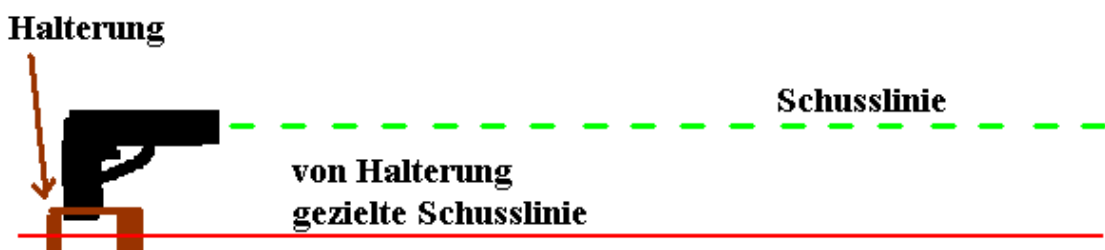
Zur Montage der Softair auf dem Panzer wurde diese an LEGO-Steine geklebt. Hierzu wurde aus LEGO eine Halterung erstellt, welche beinahe exakt um den Griff der Softair passt und gut auf dem Panzer befestigt werden kann. Es war hierbei wichtig, dass die Softair leicht wieder abzunehmen ist, um das Magazin schnell nachladen zu können.

Damit die Softair und die LEGO-Steine durch die Verklebung nicht dauerhaft verbunden sind und somit nicht mehr anderweitig verwendet werden könnten, wurden sie vor dem Verkleben mit Isolierband umwickelt. Beim Ankleben der Halterung an die Softair wurde somit nur das Klebeband verklebt. Diese Methode ermöglicht des Weiteren, dass man eine falsche Klebung wieder entfernen und das Ganze erneut versuchen kann.

3.3.2.1 Genaue Ausrichtung der Softair

Die Schwierigkeit beim Ankleben der Softair an die Halterung bestand darin die Softair gerade auszurichten, da der Panzer sonst sein Ziel verfehlen würde. Als hilfreich stellte sich hierfür ein spezieller Testaufbau heraus.

Die Softair wird in zirka fünf Metern Entfernung zum Ziel mittels der Halterung auf das Ziel ausgerichtet und so fixiert. Durch Testschüsse lässt sich nun die Abweichung zum über die Halterung eingestellten Ziel ermitteln und korrigieren. Wenn man die Softair dann richtig ausgerichtet hat, kann man sie durch einen schnell härtenden Kleber an der Halterung festkleben.



Nachdem der Kleber ausgehärtet ist, sollte jedoch erneut überprüft werden, ob die Zielausrichtung noch immer genau ist.

3.3.3 Ansteuerung der Softair mit einem Servomotor

Um den Garantieanspruch auf die Softair nicht zu verlieren und diese nicht öffnen zu müssen, um Kabel zur Auslösung anzubringen wurde ein Faden, der um den Abzug gelegt wurde, mit einem Servomotor zunächst verbunden. Für einen Schuss wird dieser mit dem Servo zunächst gespannt und nach dem Schuss wieder entspannt.

3.3.3.1 Montage des Servomotors

Wie bei der Montage der Softair wurde der Servomotor mit Tesa umwickelt, um ihn vor einer endgültigen Verklebung zu schützen. Mit Heißkleber wurde der Servo dann an den Griff der Softair fest geklebt.

Um einen Faden ziehen zu können, welcher den Abzug der Softair auslöst, wurde auf dem Servo ein Rad befestigt, welches den Faden führt. Als Faden bietet sich ein Stück Zahnseide an, da diese sehr reißfest und stabil ist.

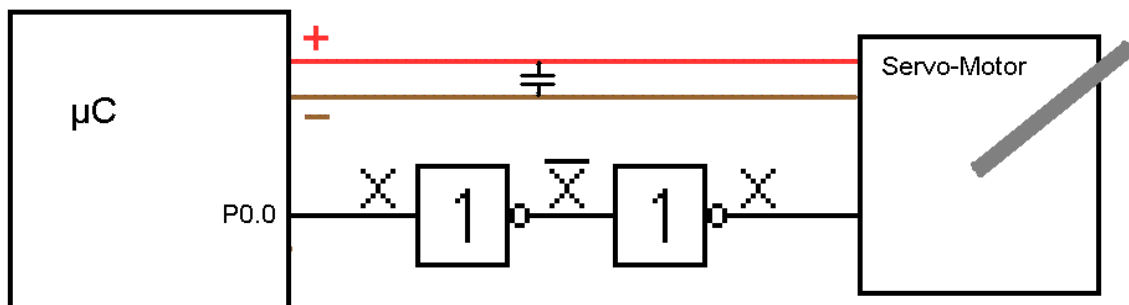
3.3.3.2 Servomotortreiber

Da ein Servo von einem Elektromotor gedreht wird entstehen hierbei Induktionsspannungen, die weit mehr als die normale Mikrocontrollerspannung von 5 V betragen können. Es ist deshalb notwendig den Mikrocontroller vor diesen Spannungsspitzen zu schützen, da er sonst nach wenigen Ansteuerungen des Servomotors zerstört werden könnte.

Abhilfe schafft hier ein zusätzlich eingebauter Pufferkondensator zwischen Masse und der 5V Versorgung des Servomotors.

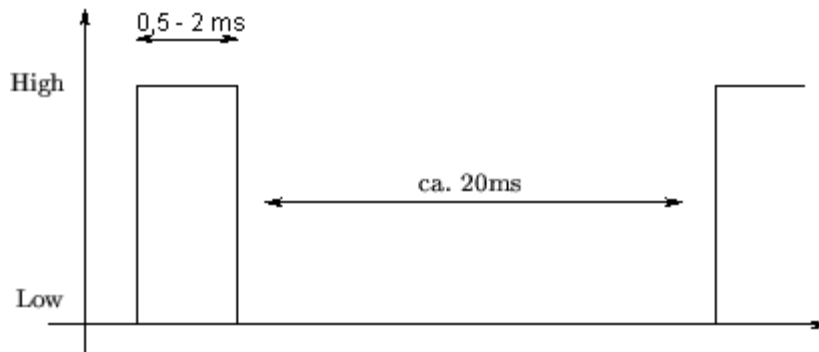
Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Ports des Mikrocontrollers nur sehr kleine Ströme gewährleisten und der Servomotor diese überlasten würde.

Zur Verstärkung werden zwei einfache Inverter verwendet, die in Reihe geschaltet dem Signalport des Mikrocontrollers als Treiber dienen, sein Signal aber nicht verändern, sondern die Signallaufzeit nur geringfügig verzögern. Da diese Verzögerung jedoch immer gleich ist, wirkt sie sich nicht auf das Signal für den Servomotor aus.



3.3.3.3 Aufbau einer Servomotor-PWM

Zur Ansteuerung des Servos wird ein spezielles PWM-Signal benötigt. Ein High-Puls der Dauer 0.5 bis 2 Millisekunden bestimmt hierbei die Stellung des Servomotors. Ein langer Highpuls lässt den Servo in Richtung der einen Endposition und ein kurzer in die andere Richtung fahren. Dieser Puls muss periodisch zirka alle 20 ms erneut gesendet werden.



3.4 Fortsetzung der Fahrt

Da der Panzer nach der Ausschaltung eines Ziels seine Umgebung weiter absuchen soll um weitere Ziele zu finden, muss die Fahrt fortgesetzt werden.

Hierzu wird vom Zielerkennungs-MC das Stoppsignal gelöscht, wenn eine komplette Sensorkopfdrehung erfolgte, und währenddessen kein Ziel erkannt wurde. Der Fahrt-MC geht dann wieder zur normalen Erkundungsfahrt über.

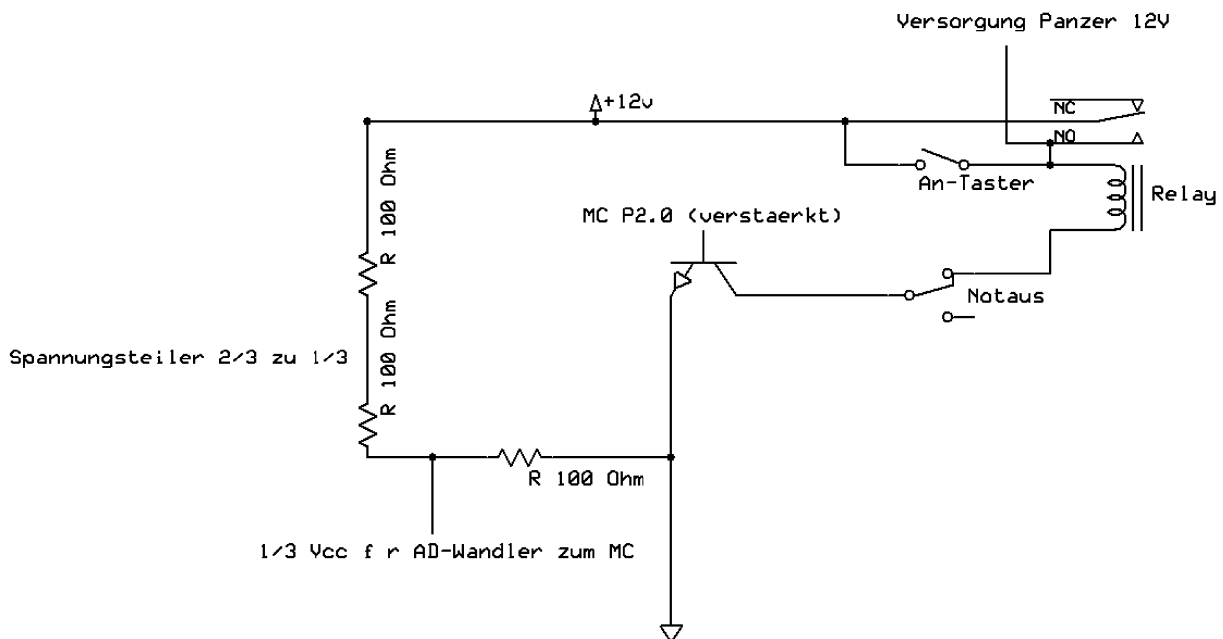
4 Spannungsversorgung und Notabschaltung

Als Spannungsversorgung wird für dieses Projekt ein Lithium Polymer Akkumulator (im folgenden als LiPo bezeichnet) verwendet. Akkus dieses Aufbaus besitzen den Vorteil, dass sie sehr leicht sind, weshalb sie im Flugmodellbau eingesetzt werden und außerdem keinen Memory-Effekt haben.

Jedoch besitzen sie auch Nachteile. Durch falschen Gebrauch können LiPo-Akkus sehr leicht entflammen oder stark an Kapazität verlieren. Ursachen für eine derartige Zerstörung sind ein Über- oder Tiefentladung der Akkuzellen. Für das Laden von LiPo-Akkus wird deshalb ein spezielles Ladegerät benötigt, welches neben der Gesamtspannung auch die Einzelspannung der Zellen überwacht und auf einem exakt selben Spannungswert hält.

4.1 Schutz vor einer Tiefentladung

Zum Schutz vor einer Tiefentladung der Akkumulatoren, welche einen drastischen Kapazitätsverlust zur Folge hätte, wurde folgende Notabschaltung entwickelt.



Der Panzer muss zunächst angeschaltet werden, was durch das Betätigen des An-Tasters geschieht. Hierdurch wird die Spule des Relais bestromt und schaltet somit die Spannungsversorgung für den Panzer ein. Zusätzlich wird hierdurch die Relaisspule selbst wieder bestromt, sodass sich dieser Schaltkreis selbst erhält.

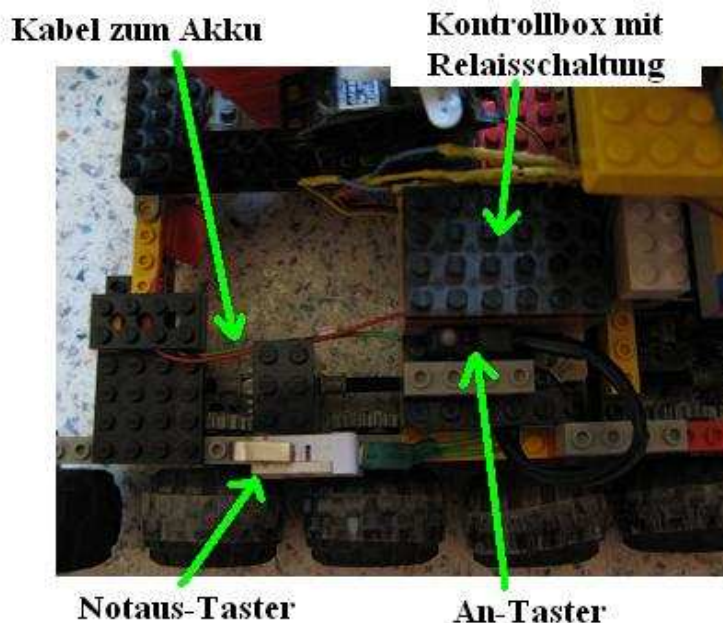
Die Ausgangsspannung des eingezeichneten Spannungsteilers, welcher die Akkuspannung durch drei teilt, wird beständig mit dem Analog-Digital-Wandler des Fahrt-MC überprüft. Falls die Spannung unter 10,5 Volt fällt, unterbricht der Fahrt-MC die Masseversorgung der Relaisspule, wodurch die gesamte Stromzufuhr des Panzers unterbrochen wird. Der LiPo-Akku kann somit nie unter die Zerstörungsschwelle von 9 Volt fallen.

4.2 Notschalter

Damit der Panzer, falls benötigt, schnell abgeschaltet werden kann, wurde zusätzlich ein Unterbrechungstaster zwischen die Relaisspule und Mikrocontroller eingebaut, wie dies im obigen Schaltplan dargestellt ist. Dieser Taster unterbricht bei Betätigung, wie die Abschaltung durch den Mikrocontroller, die Masseverbindung der Relaisspule, wodurch die Panzerversorgung unterbrochen wird und erst durch ein erneutes Betätigen des An-Tasters wieder aktiviert werden kann.

Das Bild zeigt die Platzierung der Relaisschaltung und des Spannungsteilers an der linken Vorderseite des Panzers in einer Schutzbox aus LEGO. Auch sind der An- und der Notastaster zu

sehen.



5 Erkundungsfahrt mit Ausweichen von Hindernissen

Die Erkundungsfahrt des Panzers sollte dazu dienen Ziele zu erkennen, die hinter anderen, nicht reflektierenden Hindernissen verdeckt sind.

Solange kein Ziel erkannt wird soll der Panzer also gerade aus fahren. Falls einer der Hindernissensoren, welche an der Front des Panzers angebracht sind, ein Hindernis erkennt, soll der Panzer diesem ausweichen, indem er sich entsprechend dreht. Wenn also auf der linken Seite ein Hindernis erkannt wird, muss er sich nach rechts drehen und umgekehrt. Sobald die Hindernissensoren wiederum kein Hindernis mehr erkennen, kann der Panzer erneut gerade aus fahren.

Diese Teilfunktionalität sollte von Christopher Holden entwickelt werden, wurde jedoch nicht rechtzeitig implementiert.

6 Stücklisten

Für die Konstruktion des Projektpanzers wurden verschiedene Bauteile benötigt. Das Fahrwerk und die Aufbauten wurden bei diesem Projekt aus LEGOs gebaut. Die hierfür benötigten Teile lassen sich nicht benennen, da einige dieser Teile von LEGO selbst nicht mehr angeboten werden.

Es lässt sich jedoch festhalten, dass das Fahrwerk und die Aufbauten auch anders aufgebaut werden können und nicht von LEGO-Teilen abhängig sind. Bei der Umsetzung des Getriebes könnte dies durchaus auch von Vorteil sein, da die Kunststoffzahnräder von LEGO diesen Belastungen auf Dauer nur schwer standhalten.

Für die Realisierung des Projektes wurden außerdem drei Mikrocontroller Platinen mit einem AT89C5131A Prozessor und einem Oszillatortakt von 12 MHz benötigt.

6.1 Motortreiber

Für das Projekt wurden zwei Doppel-H-Brücken-Motortreiber benötigt. Die folgende Tabelle listet die für einen Motortreiber benötigte Bauteile mit ihrer Menge und ihrem Preis auf. Die Kosten für einen Motortreiber lagen bei meiner Bestellung am 20.12.2008 bei 4,15 Euro.

Bezeichnung	Verwendung / Bemerkung	Anzahl	Preis St.	Kosten
Treiber-IC L298		1	2,75 €	2,75 €
Schutzdioden BYD14G	zum Schutz des L298	8	0,015 €	0,12 €
Stiftleiste	2 x 36-polig	1	0,30 €	0,30 €
Kondensator 100 nF		2	0,04 €	0,08 €
Punktrasterplatine		0,5	1,80 €	0,90 €

Summe: 4,15 €

Um die Motortreiberschaltungen aufzubauen wurde nur eine Punktrasterplatine benötigt, weshalb in der Tabelle bei der Anzahl 0,5 eingetragen ist.

6.2 IR-Sender und Empfänger Kopf

Für den IR-Sender und Empfänger Kopf benötigt man einen Schrittmotor, welcher genug Drehmoment besitzt um den Sensorkopf zu drehen, eine Lichtschranke für die Schusslinie sowie eine Sender-LED und einen TSOP1733 mit seiner Beschaltung. Diese Komponenten werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Bezeichnung	Verwendung / Bemerkung	Anzahl	Preis St.	Kosten
Schrittmotor	als Drehkopf-Sensor-Antrieb	1	2,95 €	2,95 €
Gabellichtschranke	Null-Kalibrierung des IR-Drehkopfes	1	0,25 €	0,25 €
TSOP 1733	Empfänger IR-Sensor	1	0,70 €	0,70 €
LD274	Sende-LED für Drehkopf	1	0,25 €	0,25 €
Lupenlinse	zur Bündelung des IR-Lichts (vorhanden)	1	0,00 €	0,00 €
Widerstand für TSOP >10 kΩ	zur Beschaltung des TSOP1733	1	0,011 €	0,01 €
Widerstand für TSOP 100 Ω	zur Beschaltung des TSOP1733	1	0,011 €	0,01 €
Kondensator für TSOP 4,7 μF	zur Beschaltung des TSOP1733	1	0,011 €	0,01 €
Vorwiderstand für LD274 ca. 20 Ω		1	0,011 €	0,01 €
Vorwiderstand für TCST1018 100 Ω		2	0,011 €	0,02 €

Summe: 4,22 €

6.3 Softair JLS 2011B AEG

Zum Beschluss der Ziele wird in diesem Projekt eine Softair des Typs JLS 2011B AEG verwendet, welche auf www.softairwelt.de am 20.03.2009 für 15 Euro zu kaufen war. Jedoch ist man keinesfalls an eine bestimmte Softair gebunden. Die verwendete Softair sollte jedoch die Möglichkeit besitzen halbautomatisch zu feuern. Diese Funktion erleichtert die Ansteuerung und das Abfeuern der Softair sehr, da man keine Nachladefunktion für jeden Schuss konstruieren muss.

7 Quellenangaben zu den Datenblättern

Alle für das Projekt benötigten Datenblätter sind im Anhang und zum heutigen Datum, dem 16. Juni 2009 unter den angegebenen Internetadressen zu finden.

Motortreiber L298

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/SGSThompsonMicroelectronics/mXrqxz.pdf>

Schrittmotor Howard 1-19-4 (Datenblatt von baugleichem Motor)

<http://ee.usc.edu/library/ee459/datasheets/SM4203.pdf>

Gabellichtschranke TCST1018 (Datenblatt von baugleicher Lichtschranke)

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26408/VISAY/TCST1000.html>

IR-Sensor TSOP1733

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/82030.pdf>

IR-Sender-LED LD274

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/45387/SIEMENS/LD274.html>