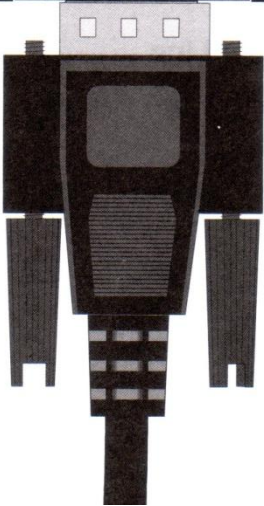
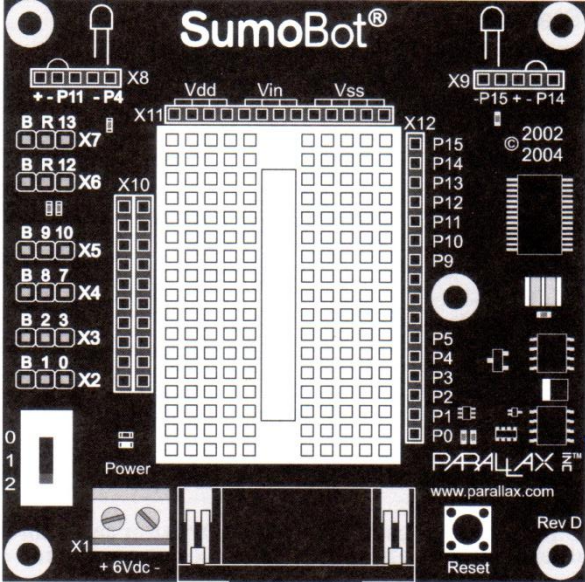


# 1.1 SumoBot PCB



---

---

---

---

---

---

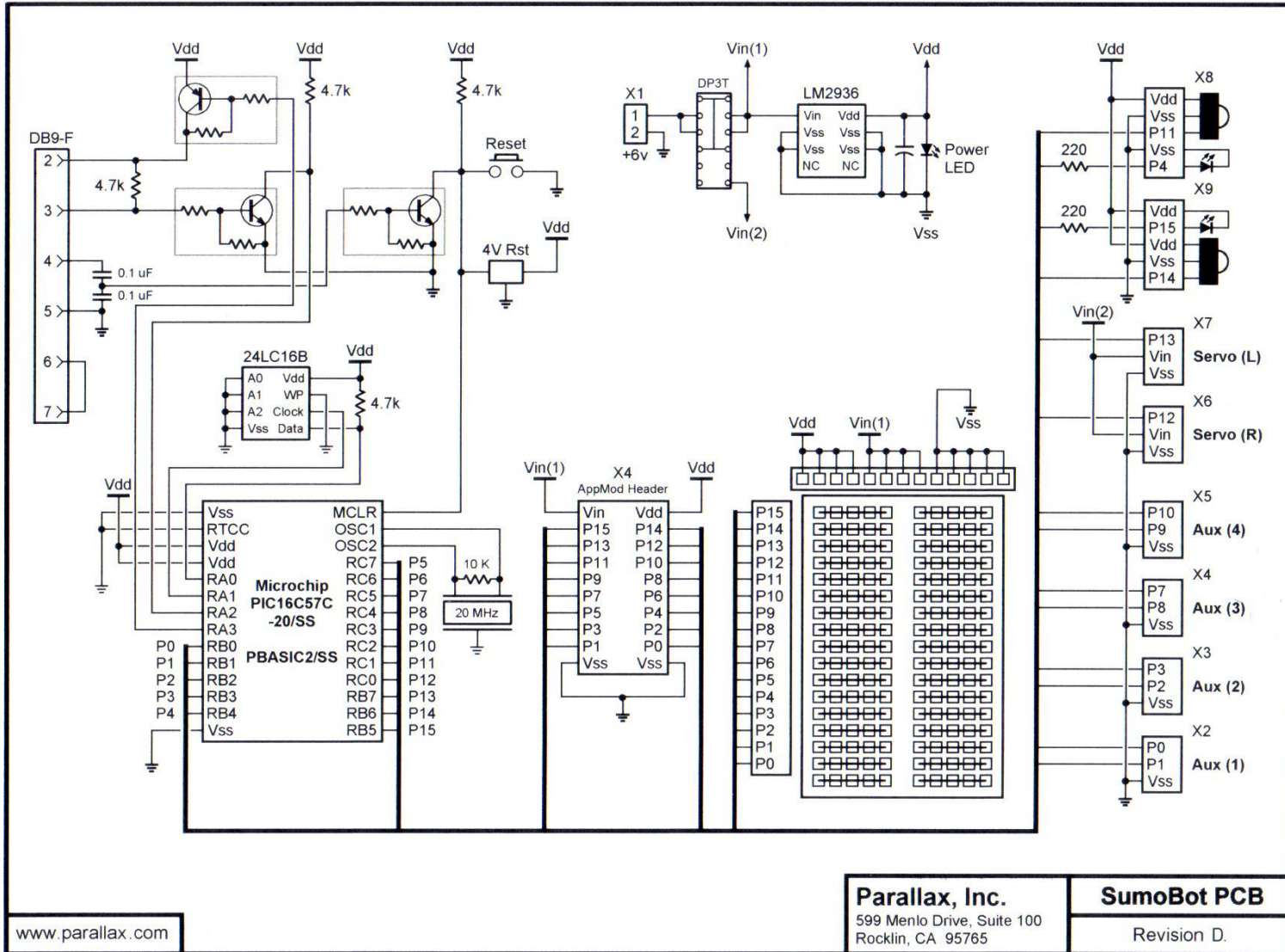
---

---

---

---

### 1.2 SumoBot PCB-Schema





## 1.4 Schalter – Spannungsversorgung – Zeiteinheiten

### Schalter (Power-Switch)

0	Aus
1	Nur Prozessor wird mit Spannung versorgt
2	Prozessor und Servomotoren werden mit Spannung versorgt

### Spannungsversorgung

Vss	0 V (Masse)
Vdd	5 V (geregelt)
Vin	6 V (ungeregelt; diese Pins nicht benutzen)

### Zeiten

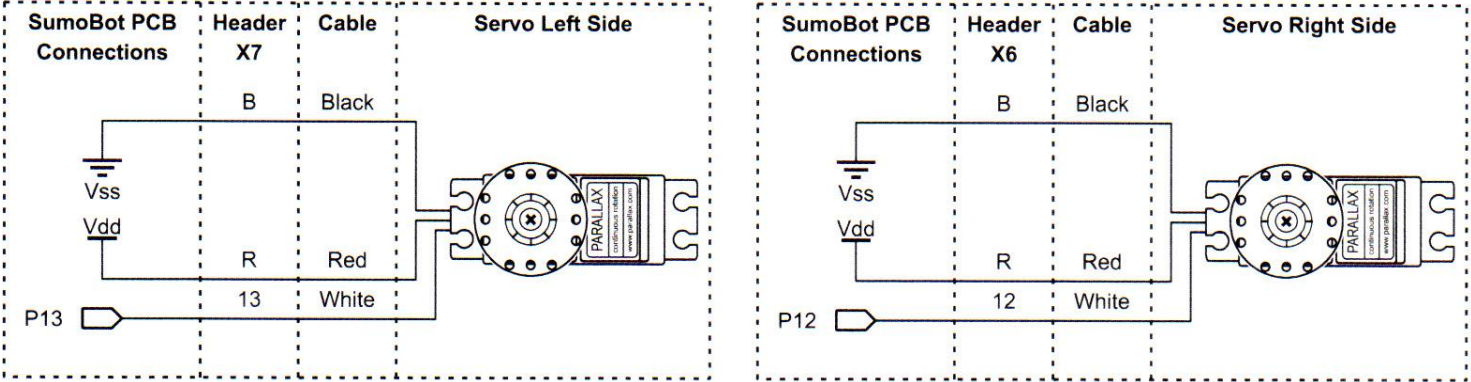
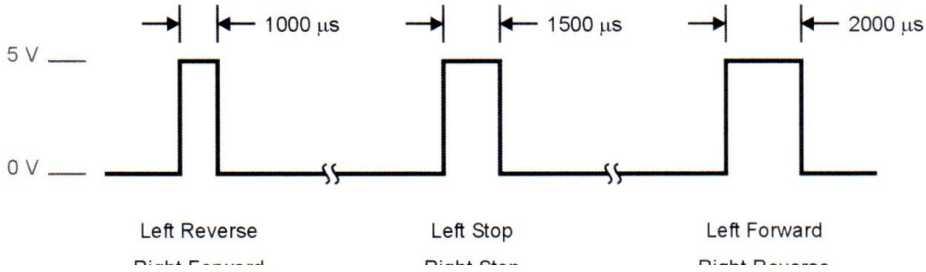
1 s	= 1'000 ms
1 ms	= 0,001 s
1 $\mu$ s	= 0,001 ms = 0,000'001 s

Bauen Sie den SumoBot nach der Anleitung zusammen.

**Das Stromkabel mit der schwarz-weissen Markierung ist das Kabel für die Plus-Versorgung!**

### 2.1 Ansteuerung der Servo-Motoren

	Links	Rechts



## 2.2 Zentrieren der Servomotoren



- Die Einstellschrauben für die Motorzentrierung sind mit einem Kreuzschraubenzieher erreichbar.

### 1.1-Zentrieren-der-Motoren.bs2

```

1 ' 1.1-Zentrieren-der-Motoren
2
3 ' {$STAMP BS2}
4 ' {$PBASIC 2.5}
5
6 DO
7
8   PULSOUT 13, 750
9   PULSOUT 12, 750
10
11 LOOP

```

Erklärung des Programms:

Titel des Programms

Der BS2-Mikrocontroller wird verwendet  
 Programmiersprache ist PBASIC 2.5

Schleife: Mach....

Sende von Pin 13 aus 750 Pulse à 2  $\mu$ s.  
 Sende von Pin 12 aus 750 Pulse à 2  $\mu$ s.

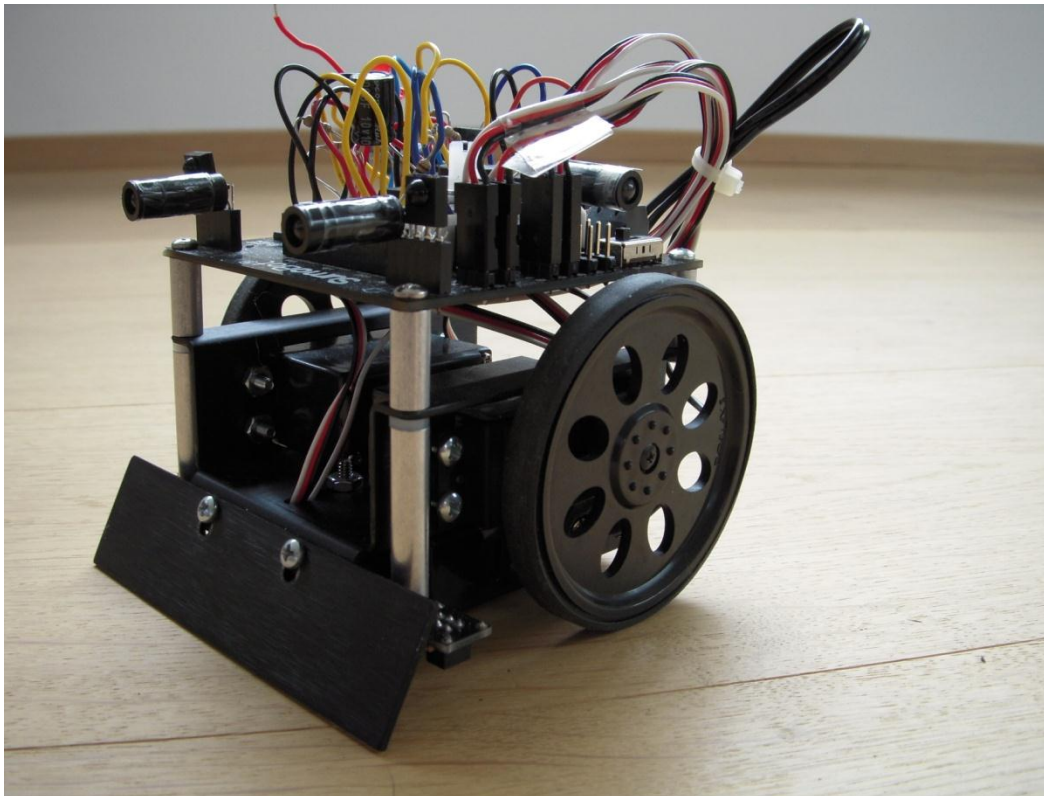
Zurück zum Anfang der Schleife

Vergleichen Sie das Programm mit dem Flussdiagramm "2.1 Motor Alignment".  
 Kopieren und starten Sie das Programm "2.1-Motor-Align" .

## 2.3 SumoBot Motion Test

Sobald die Motoren zentriert sind, muss der SumoBot wirklich in Bewegung (Motion) versetzt werden.

- Studieren Sie das Flussdiagramm "**2.2 Motor Test**".
- Kopieren und starten Sie das Programm "**2.2-Motor-Test**".
- Lassen Sie den SumoBot fahren!



## 2.4 Challenge yourself

1. Modifizieren Sie die Geschwindigkeitskonstanten so, dass der SumoBot bei hoher Geschwindigkeit exakt geradeaus fährt. Notieren Sie die idealen Werte für Ihren SumoBot:

---

---

---

2. Suchen Sie die exakte "FOR...NEXT"-Schleifenzahl, damit der SumoBot:
  - a) eine 30°-Kurve macht

---

- b) eine 45°-Kurve macht

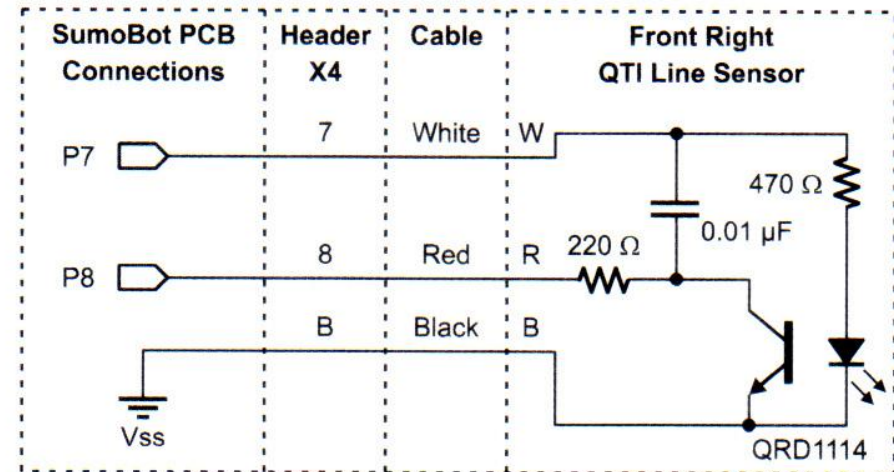
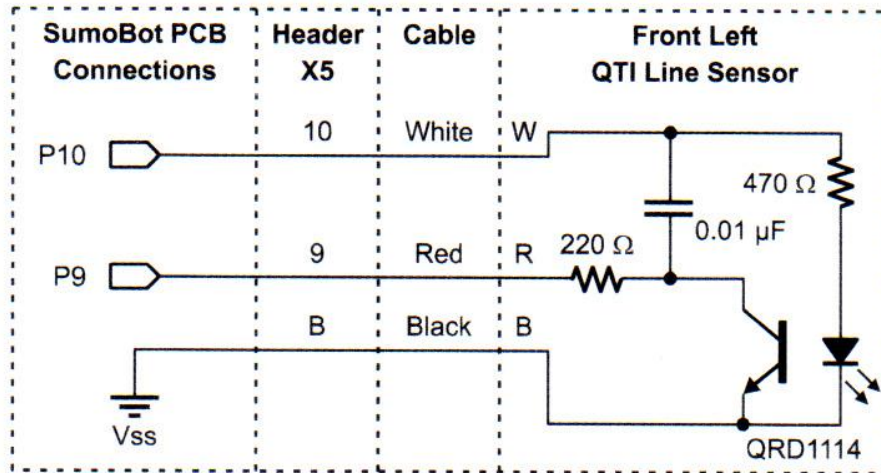
---

- c) eine 90°-Kurve macht

---

3. Programmieren Sie den SumoBot nun so, dass er:
  - a) ein Quadrat abfährt
  - b) ein gleichseitiges Dreieck abfährt
  - c) eine "Acht" abfährt

### 3.1 Funktion der QTI-Sensoren (Liniensensoren)

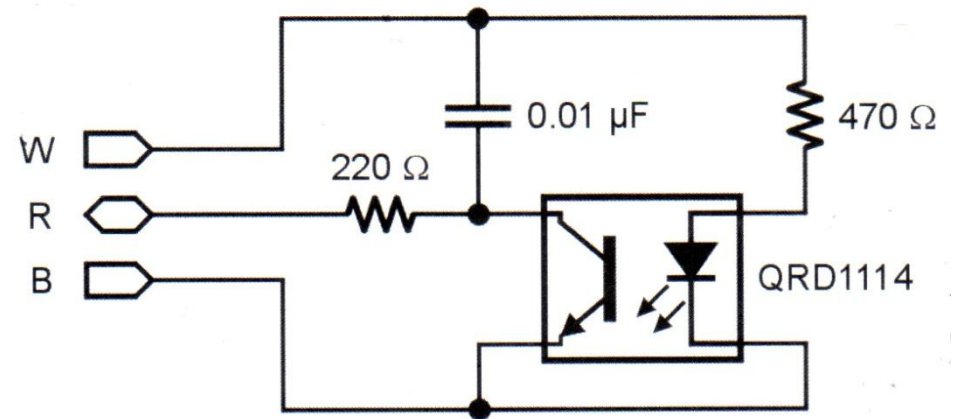


Die Sensoren werden mit 5 V an der weissen Leitung (Pin 10 und Pin 7) mit Spannung versorgt und so aktiviert.

- Strom fliesst nun durch den 470  $\Omega$ -Widerstand und durch die IR-LED.
- IR-Licht wird von der Oberfläche mehr oder weniger reflektiert und macht deshalb den Fototransistor mehr oder weniger leitend. Es fliesst dann mehr oder weniger Strom durch den Fototransistor. Der Fototransistor arbeitet wie ein IR-Licht abhängiger Widerstand.
- Der Befehl "**RCTIME**" kann variable Widerstände bestimmen.
- In Verbindung mit einem Kondensator berechnet der Befehl "**RCTIME**" die Lade- und die Entladezeit des Kondensators über den Fototransistor. ( $\tau = R * C$ )
- **Schwarze Oberfläche:** Wenig Licht wird reflektiert und der Fototransistor lässt nur wenig Strom fließen. Die Ladezeit des Kondensators ist deshalb lang. Der Befehl "**RCTIME**" liefert einen grossen Wert.
- **Weisse Oberfläche:** Viel Licht wird reflektiert und der Fototransistor lässt viel Strom fließen. Die Ladezeit des Kondensators ist kurz. Der Befehl "**RCTIME**" liefert einen kleinen Wert.

### 3.2 a Befehle für die QTI-Sensoren

	Links		Rechts
1	HIGH 10	1	HIGH 7
2	HIGH 9	2	HIGH 8
3	Pause 1	3	Pause 1
4	RCTIME 9, 1, lLine	4	RCTIME 8, 1, rLine
5	LOW 10	5	LOW 7



#### Erklärung der Befehle

1. QTI-Sensor wird an Pin 10 bzw. Pin 7 (Weisses Kabel, W) aktiviert, also mit 5 V Spannung versorgt.
2. Pin 9 bzw. Pin 8 (Rotes Kabel, R) wird auch mit 5 V Spannung versorgt.  
Auf beiden Seiten des Kondensators liegen nun 5 V Spannung an. Der Kondensator ist entladen.
3. Pause für eine Millisekunde (1 ms), damit die Spannung am Kondensator effektiv 5 V beträgt.
4. Der Befehl "**RCTIME**" macht Pin 9 bzw. Pin 8 (Rotes Kabel, R) zum Input.  
Pin 9 bzw. Pin 8 (Rotes Kabel, R) wird als Input auf Masse (Vss) gelegt.  
Der Kondensator lädt sich nun auf und die Spannung an Pin 9 bzw. Pin 8 (Rotes Kabel, R) beginnt von 5 V gegen 0 V abzusinken. Während sich der Kondensator auflädt, startet der Mikroprozessor einen internen Zähler. Sobald an Pin 9 bzw. Pin 8 (Rotes Kabel, R) ca. 1,4 V anliegt wird die gemessene Zeit für den linken QTI-Sensor in der Variablen (Speicherplatz) "**lLine**" gespeichert und für den rechten QTI-Sensor in der Variablen "**rLine**" gespeichert.
5. Die QTI-Sensoren werden deaktiviert. Die Spannung an Pin 10 bzw. Pin 7 (Weisses Kabel, W) beträgt nun 0 V.

### 3.2 b Test der QTI-Sensoren

- Studieren Sie das Flussdiagramm "**3.1 Line Sensor Test**".
- Kopieren Sie das Programm "**3.1-Line-Sensor-Test**" in den Editor.
- Starten Sie das Programm und lesen Sie die Werte der QTI-Sensoren über weissem und schwarzem Papier ab.
- Notieren Sie die ermittelten Werte in der Tabelle.
- Testen Sie unterschiedliche Lichteinflüsse und Bodenabstände auf die QTI-Sensoren.

Programm " <b>3.1-Line-Sensor-Test</b> "	Schwarz	Weiss
Linker QTI-Sensor		
Rechter QTI-Sensor		

Programm " <b>3.1-Line-Sensor-Test</b> "	Schwarz	Weiss
Linker QTI-Sensor		
Rechter QTI-Sensor		

Programm " <b>3.1-Line-Sensor-Test</b> "	Schwarz	Weiss
Linker QTI-Sensor		
Rechter QTI-Sensor		

Programm " <b>3.1-Line-Sensor-Test</b> "	Schwarz	Weiss
Linker QTI-Sensor		
Rechter QTI-Sensor		

### 3.3 QTI Test Programm

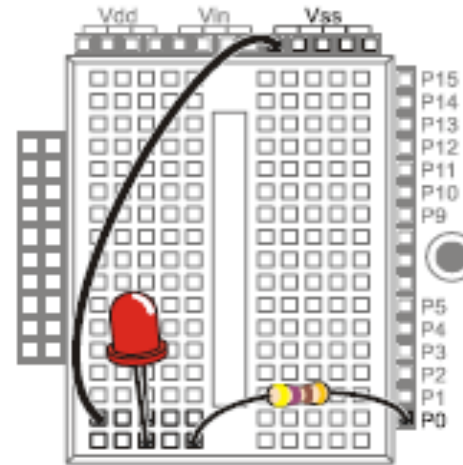
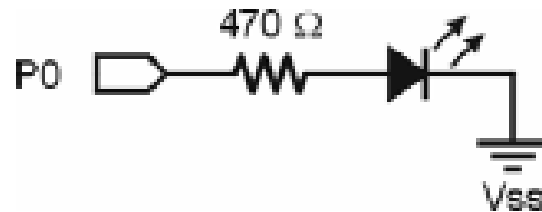
- Der Messwert **1'000** wird als **Grenzwert** zwischen **schwarz** und **weiss** genommen.
- Wenn die QTI-Sensoren Werte **grösser als 1'000** lesen, so bedeutet das: **schwarz**
- Wenn die QTI-Sensoren Werte **kleiner als 1'000** lesen, so bedeutet das: **weiss** (Tawara)
- Um schwarz und weiss eindeutig zu unterscheiden, wird den gelesenen Werten entweder eine 1 oder eine 0 zugeordnet.
- Ein Bit kann den Zustand 0 oder 1 einnehmen. Mit einem Bit kann also schwarz und weiss unterschieden werden.

	QTI-Sensor	Farbe	Wert des Bits
Gelesener Wert	$\geq 1'000$	Schwarz	0
Gelesener Wert	$\leq 1'000$	Weiss	1

Situationen: links-rechts	QTI links (Bit 1)	QTI rechts (Bit 0)	Darstellung mit 2 Bit	Aktion
Schwarz-Schwarz	0	0	%00	Vorwärts
Weiss-Schwarz	1	0	%10	Nach rechts drehen
Schwarz-Weiss	0	1	%01	Nach links drehen
Weiss-Weiss	1	1	%11	Zurück und wenden

- Studieren Sie das Flussdiagramm "**3.2 Line Sensor Reading**".
- Kopieren und starten Sie das Programm "**3.2 -Line-Sensor-Read**".
- Lassen Sie das Kabel am SumoBot.
- Stellen Sie den Power-Switch auf 1.
- Überprüfen Sie die Angaben im Debug-Fenster, indem Sie den SumoBot über weisses und schwarzes Papier halten.

### 3.4 Simple-Mini-Sumo-Programm

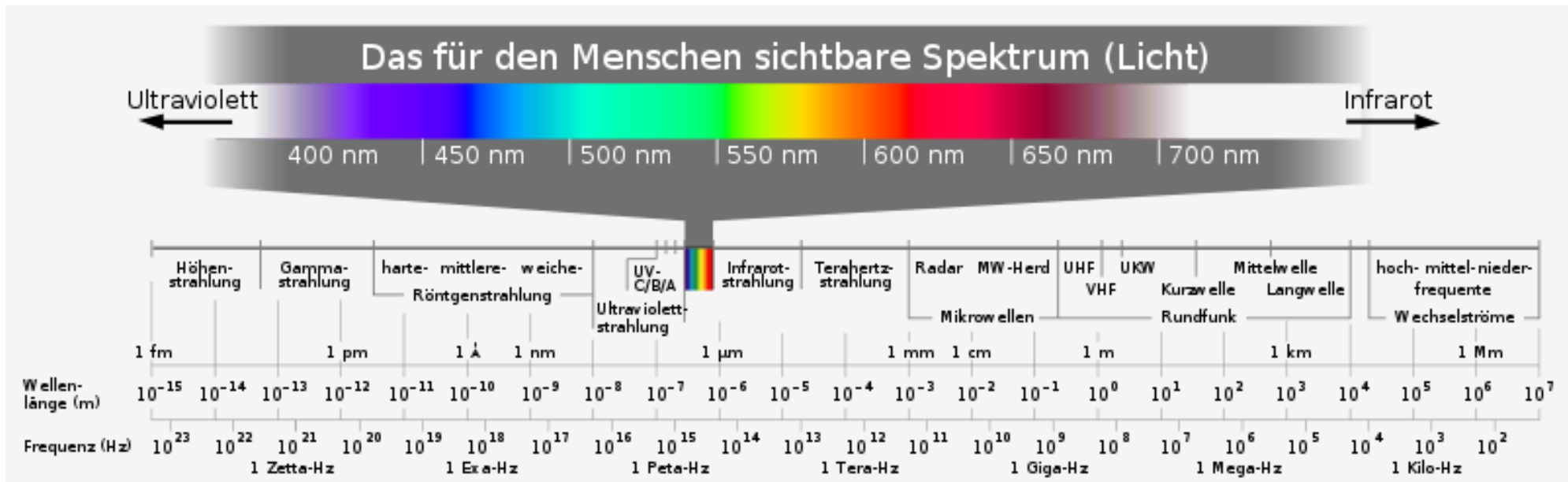
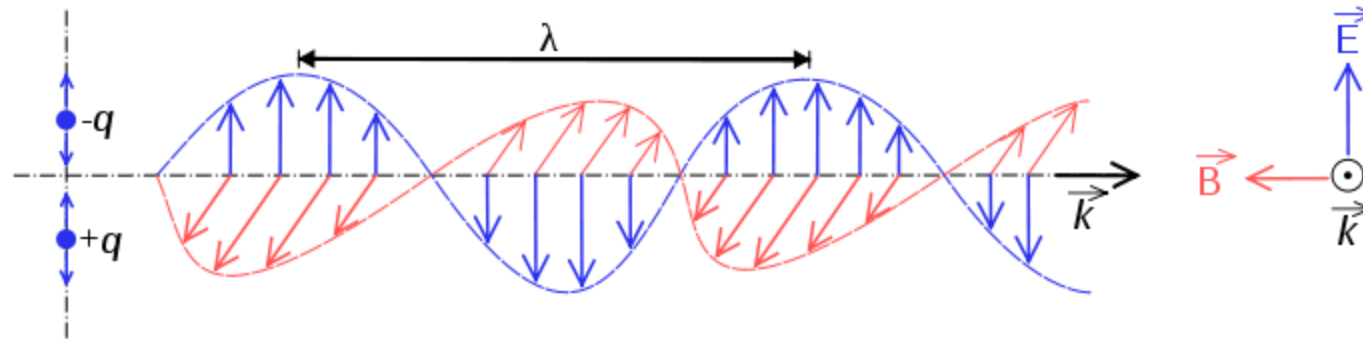


Der Befehl "BRANCH" ersetzt die "IF...THEN"-Schleifen und den Befehl "SELECT CASE".

	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	rechts
Weiss=1, Schwarz=0	0	0	0	1	1	0	1	1
Variable "lineBits"	00		01		10		11	
Farben	Schwarz-Schwarz		Schwarz-Weiss		Weiss-Schwarz		Weiss-Weiss	
Bewegung	Vorwärts		Links drehen		Rechts drehen		umkehren	
<b>BRANCH lineBits,</b>	<b>[Go_Fwd,</b>		<b>Spin_Left,</b>		<b>Spin_Right,</b>		<b>About_Face]</b>	

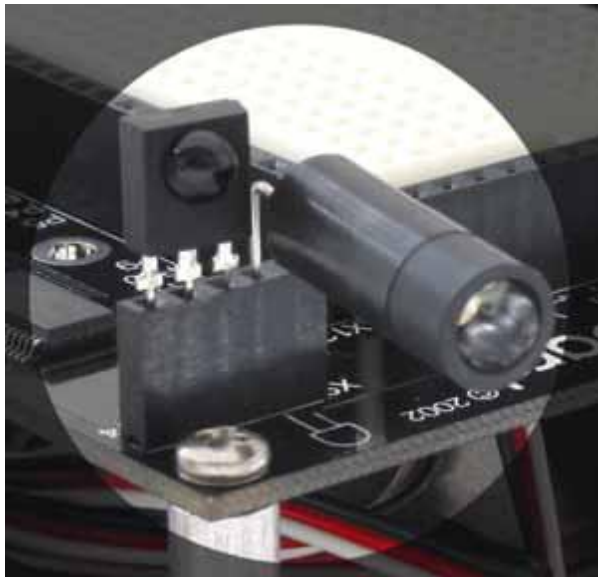
- Studieren Sie das Flussdiagramm "3.3 Simple Mini Sumo".
- Kopieren und starten Sie das Programm "3.3-Simple-Mini-Sumo".

### 4.1 Das Licht als elektromagnetische Welle



## 4.2 Infrared Object Detection (Objekte mit Infrarot-Licht entdecken)

Farbe	Wellenlänge in Nanometer [nm]	Wellenlänge in Millimeter [mm]
Violett	400	0,000'400
Blau	470	0,000'470
Grün	565	0,000'565
Gelb	590	0,000'590
Orange	630	0,000'630
Rot	780	0,000'780
Nahes Infrarot	800 – 1'000	0,000'8 – 0,001
Infrarot	1'000 – 2'000	0,001 – 0,002
Fernes Infrarot	2'000 – 10'000	0,002 – 0,010



Der SumoBot benutzt Infrarot-LED's (im Bild rechts) als "Scheinwerfer". Die LED's strahlen infrarotes Licht aus. In einigen Fällen wird das IR-Licht von Objekten zum SumoBot zurückreflektiert.

Die Augen des SumoBot sind die Infrarot-Detektoren (im Bild links).

Die Detektoren senden ein Signal zum Microcontroller, ob IR-Licht reflektiert wurde oder eben auch nicht.

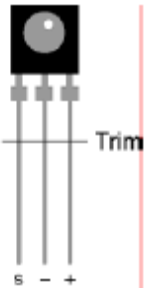
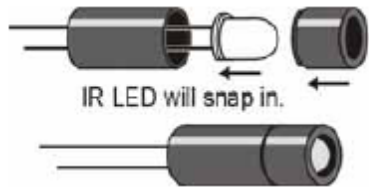
Dementsprechend werden die Servomotoren angesteuert, um den Gegner zu verfolgen, oder um an einem anderen Ort zu suchen.

Die IR-Detektoren besitzen eingebaute Filter, die nur das IR-Licht mit 980 nm erkennen.

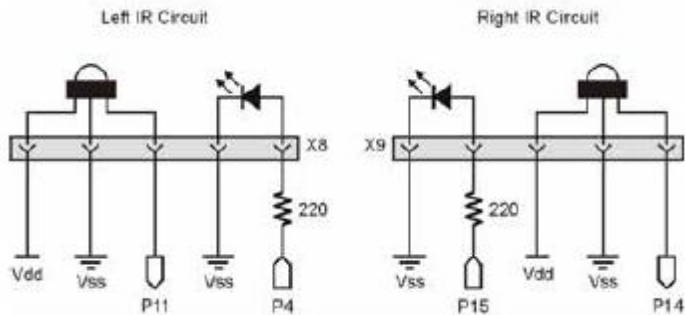
Die IR-Detektoren besitzen auch einen elektronischen Filter, der nur die IR-Wellen mit einer Frequenz von 38'500 Hz = 38,5 kHz durchlassen.

Die Detektoren nehmen also nur 38'500 mal pro Sekunde aufblitzendes IR-Licht mit einer Wellenlänge von 980 nm wahr.

### 4.3 Zusammenbau der IR-Led's und der IR-Detektoren

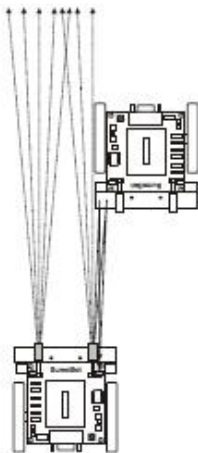
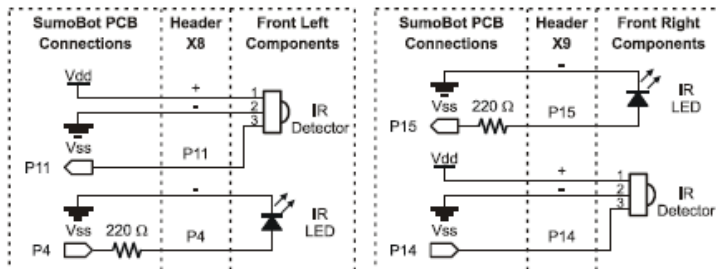
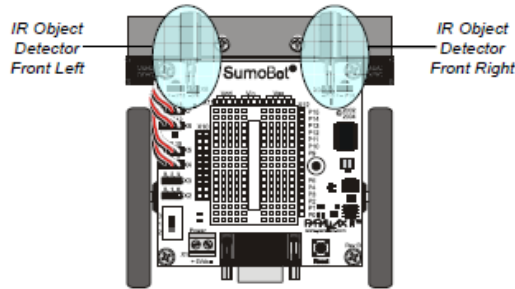


- Gehäuse mit Klebeband fixieren.
- Der lange Anschluss ist immer die Anode (Plus-Pin).
- Ablängen der Anschlüsse der IR-Detektoren auf ca. 10 mm.
- Abgeschnittene Teile beiseite legen und zur besseren Befestigung der IR-Led's und der IR-Detektoren verwenden.



- Pins und Anschlusssockel für die IR-Led's und die IR-Detektoren beachten.
- Die Vorwiderstände sind intern bereits verbaut.

## 4.4 Testen der IR-Paare



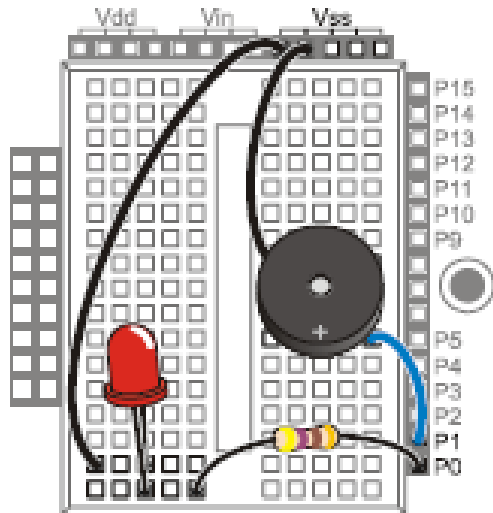
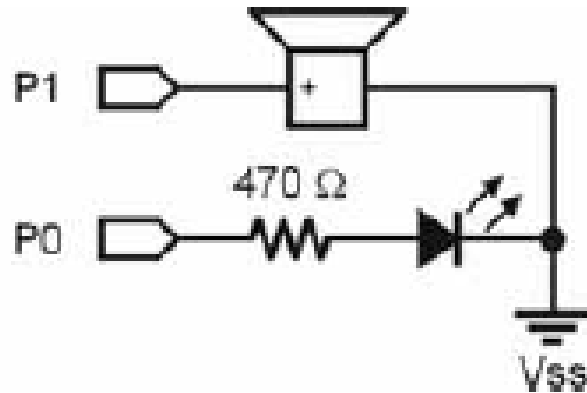
- Es wird eine Millisekunde (1 ms) lang IR-Licht mit einer Ein-Ausschalt-Frequenz von 38,5 kHz und einer Wellenlänge von ca. 980 nm ausgesendet.
- Sofort wird durch den IR-Detektor getestet, ob das IR-Licht reflektiert wird.
- Wird IR-Licht durch den Detektor aufgenommen, speichert er ein logisches Null (Logic 0 oder ein LOW).
- Wird kein IR-Licht reflektiert, so bleibt der Output des Detektors einfach eine Eins (Logic 1 oder ein HIGH).
- Für die Kampflogik werden die Signale aber umgekehrt:
  - Target (Ziel = 1), IR-Licht wird reflektiert
  - No Target (Kein Ziel = 0) Kein IR-Licht reflektiert

Studieren Sie das Flussdiagramm "**4.1 IR Sensor Test**".  
Kopieren und starten Sie das Programm "**4.1-IR-Sensor-Test**".

Nachdem der Sensortest erfolgreich abgeschlossen ist, wird der IR-Scan-Test durchgeführt:

- Studieren Sie das Flussdiagramm "**4.2 IR Scan**".
- Mit dem Programm "**4.2-IR-Scan**" und dem Power-Switch auf Stellung 1 zeigt der Debug-Terminal die Programmlogik auf.
- Mit dem gleichen Programm und dem Power-Switch auf Stellung 2 fährt der SumoBot auf den Gegner zu.

## 5.1 Basic Competition Code

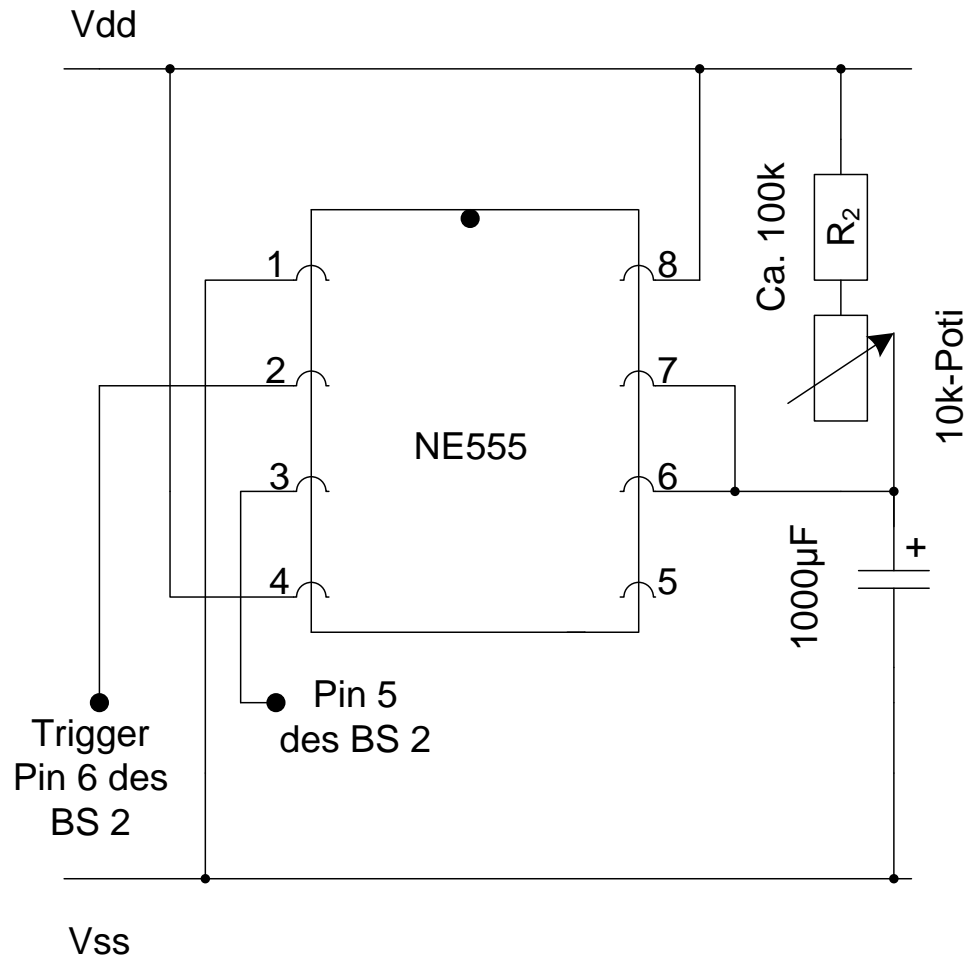


- Studieren Sie das Flussdiagramm "**5.1 Basic Competition Program Übersicht**".
- Bauen Sie den Piezo-Lautsprecher nach dem Schema auf.
- Kopieren und starten Sie das Programm "**5.1-Basic-Competition-Program**" und...

...los geht's! (fürs erste)

- Das Programm "**5.2-Zippy-Sumobot**" ist eine weitere Herausforderung!
- Passen Sie die Kampfprogramme Ihrem Kampfstil an.

## 6.1 Ausschaltverzögerung mit dem NE 555



### Problem:

Laut den Spielregeln darf sich der Roboter erst 5 Sekunden nach Drücken des Reset-Knopfes bewegen und kann dann maximal 85 Sekunden laufen. Nach dieser Zeit muss er automatisch abstellen.

### Funktion des NE 555:

Der NE 555 ist ein IC für Zeitschaltungen. (Treppenlichtautomaten und Ausschaltverzögerungen)

Pin 2 des 555 führt zum Pin 6 des BS 2. Sobald dieser Pin auf Masse (LOW) gesetzt wird, startet der NE 555 die Ladung des Kondensators.

Wenn der Kondensator aufgeladen ist, d.h. die berechnete Zeit des RC-Gliedes vorüber ist, wird Pin 3 des NE 555 – der auf Pin 5 des BS 2 geht – auf Null Volt (LOW) gesetzt (Monostabile Kippstufe).

Der BS 2 fragt andauernd den Zustand seines Pins 5 ab. Wenn Pin 5 den Zustand von ca. 0 V erreicht hat, stellen die Motoren des Roboters ab.

Bauen Sie den NE 555 beim SumoBot ein.

## 6.2 Berechnung des RC-Gliedes

$$\tau = R * C$$

$\tau$  = Ladezeit [s]

$R$  = Widerstand [ $\Omega$ ]

$C$  = Kapazität [F]

$$85 \text{ s} = (10'000 \Omega + x \Omega) * 0.001 \text{ F}$$

$$x = \frac{85 \text{ s}}{0.001 \text{ F}} - 10'000 \Omega = 75'000 \Omega = 75 \text{ k}\Omega$$

Bauen Sie den berechneten Widerstand ein und messen Sie die Laufzeit des Roboters.  
Verändern Sie den Widerstand – wenn nötig – und machen Sie mit dem Potentiometer ein Feintuning.

**Verwendete Widerstände:**