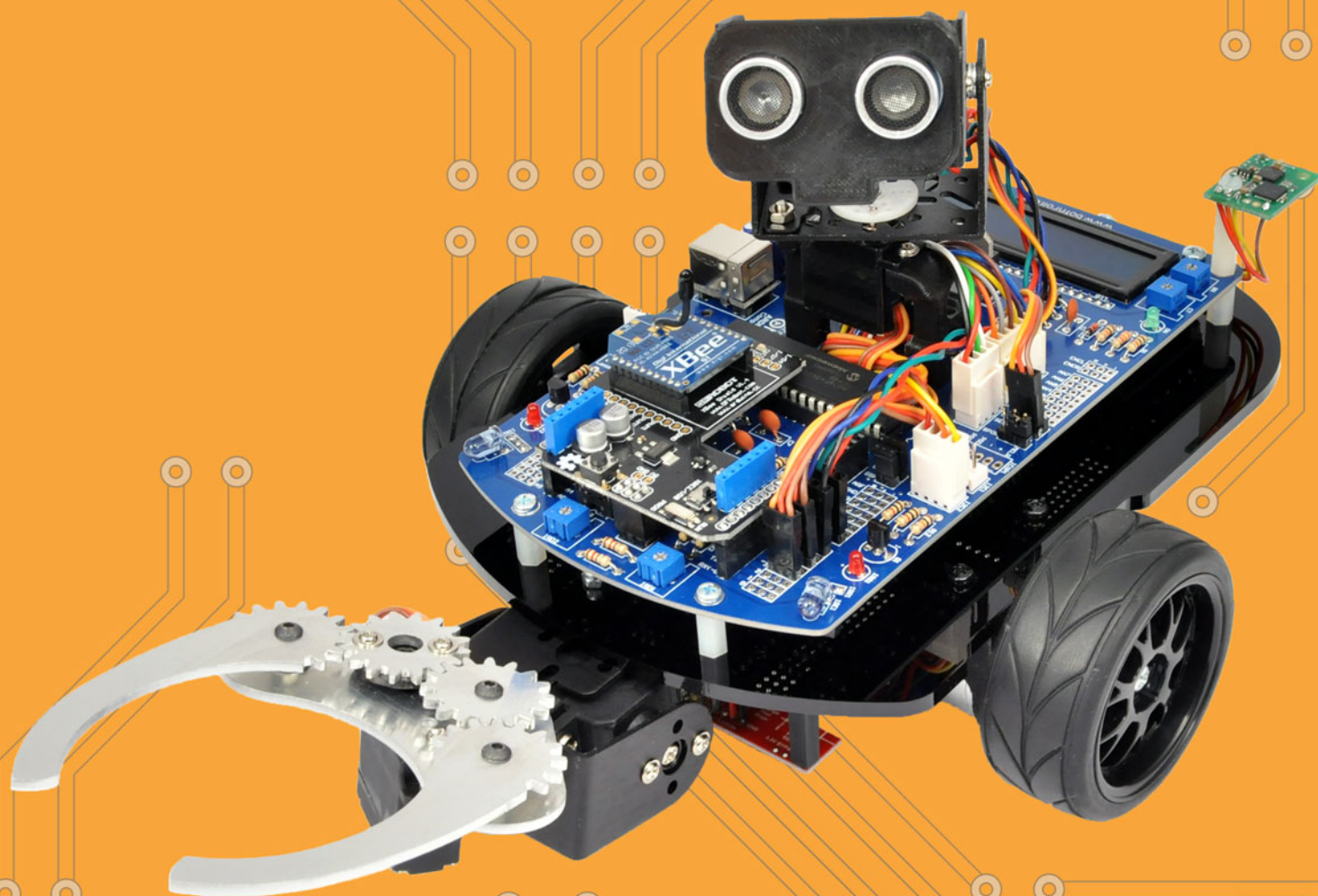


# bot'n roll ONE

*build your own robot*



## Zusatzbauanleitung

[www.botnroll.com](http://www.botnroll.com)

©Copyright 2016, SAR - Soluções de Automação e Robótica, Lda.

**INHALT**

1.	Linienfolger .....	2
1.1	Den Linienfolger anmontieren.....	2
1.2	Elektrische Verdrahtung des Linienfolgers .....	3
1.3	Quellcode-Beispiel und Test .....	4
2.	Kompass CMPS11 .....	5
2.1	Den Kompass am Bot'n Roll ONE A anbringen .....	6
2.2	Elektrische Verdrahtung des Kompass CMPS11 .....	6
2.3	Kommunizieren mit dem Kompass CMPS11 .....	7
2.4	Quellcode-Beispiel und Test .....	7
3.	Pan & Tilt-Kit.....	8
3.1	Ultraschallsensor HC-SR04 .....	9
3.2	Die Komponenten an die Leiterplatte löten .....	10
3.3	Das Pan & Tilt-Kit am Bot'n Roll ONE A anbringen .....	11
3.4	Elektrische Verdrahtung des Pan & Tilt-Kits .....	12
3.5	Quellcode-Beispiel und Test für das Pan & Tilt-Kit .....	13
3.6	Quellcode-Beispiel und Test für den Ultraschallsensor .....	13
4.	Bot'n Roll Greifer .....	14
4.1	Die Komponenten an die Leiterplatte löten .....	14
4.2	Den Greifer am Bot'n Roll ONE A anbringen .....	15
4.3	Elektrische Verdrahtung des Bot'n roll Greifers .....	17
4.4	Quellcode-Beispiel und Test .....	18
5.	XBee Wireless Communication .....	19
5.1	USB-XBee® Foca V2 Converter .....	19
5.2	XBee® Shield .....	20
5.3	Den Computer vorbereiten .....	21

Stand: 15. Februar 2016

## 1. LINIENFOLGER

Der Linienfolger (Pololu® QTR-8A) verfügt über 8 analoge Infrarotsensoren, die dafür sorgen, dass der Bot'n Roll ONE A einer Linie folgen kann.

Die Verbindung zwischen dem Linienfolger und dem Bot'n Roll ONE A wird über zwei zuvor eingerichtete Kabel und zwei KK-Steckverbinder hergestellt.

Im Lieferumfang des Linienfolgers sind enthalten:

- 2 x 35 mm Haltestreben aus PLA
- 2 x M2 x 4 mm Schrauben
- 2 x M2 x 10 mm Schrauben
- 1 x 4-poliger KK-Stecker
- 1 x 6-poliger KK-Stecker

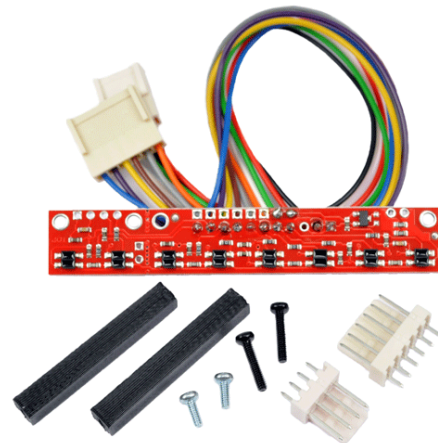


Abbildung 1: Linienfolger

### 1.1 DEN LINIENFOLGER ANMONTIEREN

Löst die sechs M3 x 6 mm Schrauben und nehmt den Akku und die Leiterplatte aus dem Roboter heraus. So gelangt ihr an die Löcher in der Acryl-Grundplatte.

Da es in der Acryl-Grundplatte drei Reihen mit jeweils drei 2 mm großen Löchern gibt, könnt Ihr den Linienfolger in drei verschiedenen Konfigurationen anbringen: **vorversetzt**, **mittig** und **rückversetzt**.



Abbildung 2: Drei verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten

In der **vorversetzten** Position ist der Linienfolger weiter von den Rädern entfernt. Dadurch lässt sich das Bewegungsverhalten des Roboters beim Folgen der Linie besser steuern. An steilen Schrägen kann es allerdings sein, dass der Roboter in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt ist.

Die **rückversetzte** Konfiguration sorgt dafür, dass der Bot'n Roll ONE A steile Schrägen mühelos überwindet, weil sich der Linienfolger neben den Rädern befindet. Der Nachteil: Es ist schwieriger, den Roboter mit der Software so zu steuern, dass er der Linie folgt.

Wenn Ihr die **mittige** Position wählt, beschreitet Ihr den Mittelweg zwischen den beiden genannten Varianten – damit erreicht Ihr eine bessere Bewegungssteuerung als bei der **rückversetzten** Konfiguration und mehr Bewegungsfreiheit als bei der **vorversetzten** Konfiguration.

Befestigt die Halteelemente des Linienfolgers mit den längeren Schrauben an der Acryl-Grundplatte.

Befestigt den Linienfolger mit den kürzeren Schrauben an den Halteelementen

**WICHTIGER HINWEIS:** PLA (Polylactid) ist ein Kunststoff – zieht also die Schraube nicht zu fest an, weil Ihr sonst womöglich das Schraubgewinde zerquetscht!

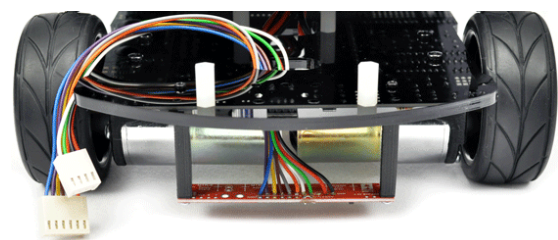


Abbildung 3: Der Linienfolger wird an der Acryl-Grundplatte angebracht



Führt die Kabel des Linienfolgers von unten nach oben durch die mittige Öffnung in der Acryl-Grundplatte hindurch.

## 1.2 ELEKTRISCHE VERDRAHTUNG DES LINIENFOLGERS

Damit Ihr den Linienfolger an die Leiterplatte anschließen könnt, werden zwei KK-Stecker mitgeliefert, die Ihr an den **Bot'n Roll ONE A** angelötet werden müssen.

Lötet den 4-poligen KK-Stecker an die Position „LF1“.

**ACHTUNG:** Beachtet unbedingt die Ausrichtung, die durch den Aufdruck auf der Leiterplatte vorgegeben wird – ansonsten wird der Linienfolger dauerhaft beschädigt!

Lötet den 6-poligen KK-Stecker an die Position „LF2“.

Die Kabel des Linienfolgers müsst Ihr durch die Öffnung, die sich in der Mitte der Leiterplatte befindet, zu den Steckverbindern führen.

Das 4-adrige Kabel wird an „LF1“ und das 6-adrige Kabel an „LF2“ angeschlossen.

**ACHTUNG:** Führt die elektrische Verdrahtung immer nur durch, wenn der Roboter AUSGESCHALTET ist!

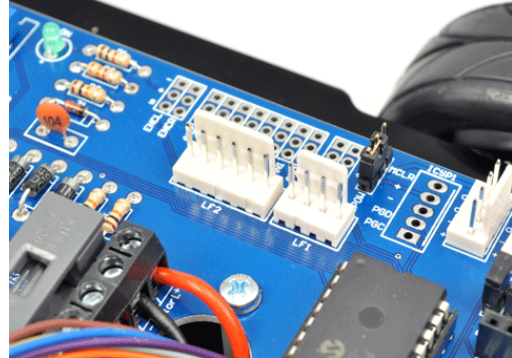


Abbildung 4: Die Steckverbinder für den Linienfolger

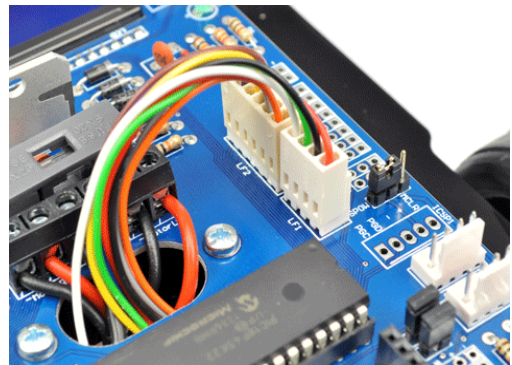


Abbildung 5: Die elektrischen Anschlüsse für den Linienfolger

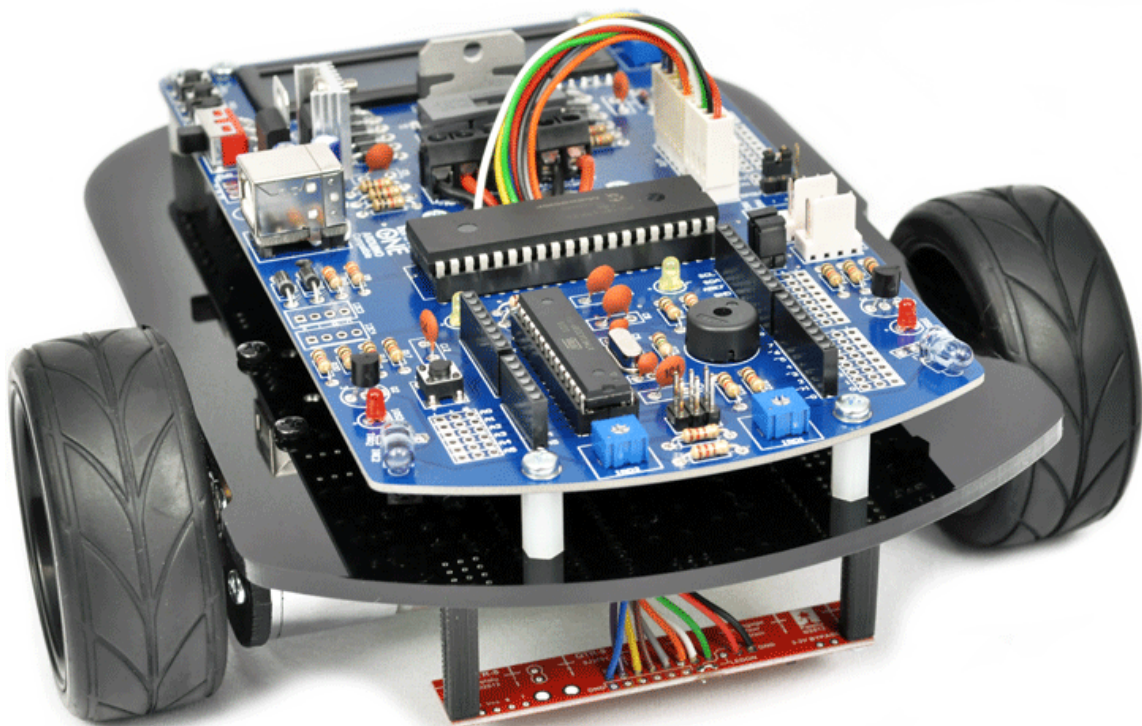


Abbildung 6: Bot'n Roll ONE A mit fertig montiertem Linienfolger

### 1.3 QUELLCODE-BEISPIEL UND TEST

Ladet das Beispielprogramm „**LineFollower**“ auf Eurem Bot'n Roll ONE A. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA-> Extra -> LineFollower**“. Wenn das Programm auf Eurem Roboter startet, werden Euch auf dem LCD-Display die Werte der Analog-Digital-Wandlung für jeden der **8** Sensoren angezeigt. Die Werte variieren zwischen 0 und 1023. Hellere Farben haben Werte nahe bei 0, während die Werte der dunklen Farben nahe bei 1023 liegen.

Hebt den Roboter und kontrolliert, ob alle Werte nahe bei 1023 liegen. Stellt den Roboter anschließend auf ein weißes Blatt Papier und kontrolliert, dass die Werte nahe bei 0 liegen.

Wenn sich der Wert bei einem der 8 Sensoren nicht verändert, kontrolliert bitte, ob die Kabel des Linienfolgers korrekt angebracht sind, und überprüft die folgenden Bauteile auf Kurzschlüsse oder fehlerhafte Lötstellen:

- Steckverbinder **LF1**;
- Steckverbinder **LF2**;
- **IC-Sockel der integrierten Schaltung PIC18F45K22**

Unter **File -> Examples -> BnrOneA-> Advanced ->...** gibt es einige Programme, die erklären, wie man den Linienfolger so verwendet, dass der Roboter einer Linie folgt. Macht Euch mit diesen Beispielprogrammen vertraut und entwickelt sie weiter, denn das Linienfolgen gehört zu den interessanteren Aufgaben bei der Beschäftigung mit dem **Bot'n Roll ONE A**!

**Hinweis:** Nähere Informationen zum Pololu® QTR-8A Linienfolger findet Ihr in dem Dokument „QTR-8x.pdf“ in der Dokumentation zu Eurem Bot'n Roll ONE A.

## 2. KOMPASS CMPS11

Der Kompass **CMPS11** ist ein I2C-Gerät, das als Navigationshilfe dient. Der elektronische Kompass zeigt die aktuelle Bewegungsrichtung des Roboters im Verhältnis zum Magnetpol der Erde an.

Der Kompass gibt den Wert der Bewegungsrichtung (bearing) in zwei Bytes als 16-Bit-Wort aus. Der Wert variiert zwischen 0 und 3599; dies entspricht den Gradzahlen in einem Bereich von 0° bis 359,9°.

Der Kompass CMPS11 sorgt für den Neigungsausgleich. Er umfasst einen 3-Achsen-Beschleunigungs- und Magnetsensor (für die Achsen x, y, z) und berechnet mit Hilfe dieser beiden Sensoren exakt die Ausrichtung des Roboters.

Der Kompass misst auch die Neigung des Roboters entlang zweier Achsen und gibt den „Nickwinkel“ und den „Rollwinkel“ aus.



Abbildung 7: Der Kompass CMPS11 mit Zubehör

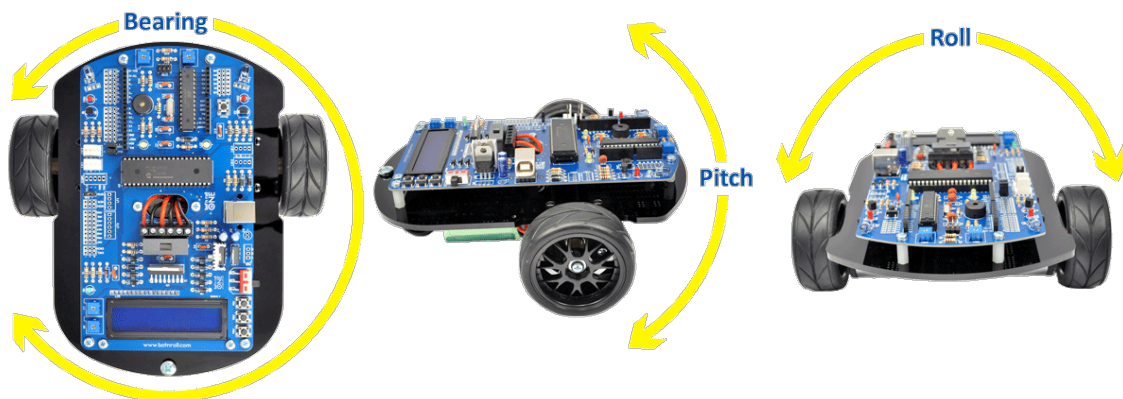


Abbildung 8: Richtungs-, Nick- und Rollwinkel

Der „**Richtungswinkel**“ – die Kompasspeilung – entspricht der Drehung um die senkrechte Achse des Roboters.

Der „**Nickwinkel**“ entspricht der Drehung um die Radachsen.

Der „**Rollwinkel**“ entspricht der Drehung um die parallel zu den Rädern verlaufende Mittelachse der Acryl-Grundplatte.



## 2.1 DEN KOMPASS AM BOT'N ROLL ONE A ANBRINGEN

Zur Befestigung des Kompasses **CMPS11** am **Bot'n Roll ONE A** werden 18-mm-Nylon-Abstandhalter und Schrauben mitgeliefert.

Der Kompass wird erhöht und außerhalb der Leiterplatte des Roboters angebracht, damit es nicht zu Interferenzen mit dem Metall kommt, das in den Roboterbauteilen enthalten ist.

Entfernt die Metallschraube, mit der die Leiterplatte gehalten wird, und schraubt stattdessen den 18-mm-Nylonabstandhalter an.

Bringt den Kompass an dem Nylon-Abstandhalter an, indem Ihr die mitgelieferte Nylonschraube in eines der Löcher am Kompass steckt, wie in der nebenstehenden Abbildung gezeigt.

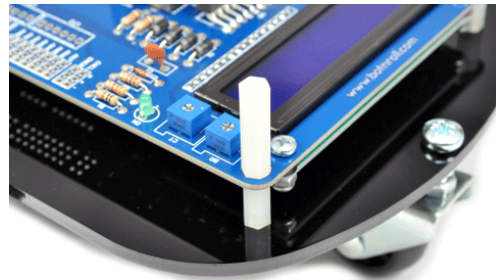


Abbildung 9: So wird der Kompass CMPS11 befestigt

## 2.2 ELEKTRISCHE VERDRAHTUNG DES KOMPASS CMPS11

Der Kompass **CMPS11** kann an jeden beliebigen I2C-Steckverbinder am **Bot'n Roll ONE A** angeschlossen werden: **I2C1**, **I2C2**, **I2C3** oder **I2C4**.

Führt das Kompasskabel durch die mittige Öffnung in der Leiterplatte und steckt es in einen der freien I2C-Bus-Steckverbinder ein.

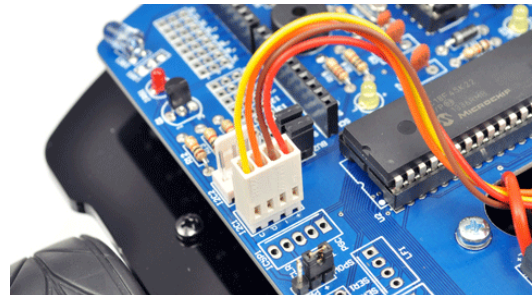


Abbildung 10: Die elektrischen Anschlüsse für den Kompass

Mit dem Kompass **CMPS11** wird auch ein 4-poliger KK-Stecker mitgeliefert, den Ihr an jeden beliebigen **I2C-Anschluss** auf der Leiterplatte anlöten könnt. Wenn Ihr schon einen I2C-Bus-Steckverbinder für den Kompass zur Verfügung habt, braucht Ihr ihn jetzt noch nicht anlöten, sondern könnt das später machen!

**Hinweis:** Wenn Ihr den Steckverbinder anlötet, kontrolliert bitte die richtige Ausrichtung, die durch den Aufdruck auf der Leiterplatte des Bot'n Roll ONE A vorgegeben ist – sonst könnt Ihr nicht mit dem Kompass kommunizieren.

## 2.3 KOMMUNIZIEREN MIT DEM KOMPASS CMPS11

Die Kommunikation mit dem Kompass **CMPS11** läuft über den **I2C**-Bus. Standardmäßig hat der Kompass die Adresse 192 (hexadezimal C0).

Um den Richtungswert (16-Bit-Wort) zu erhalten, müsst Ihr das 1-Byte-Register des Kompasses auslesen. Das hochwertigste Byte entspricht **Register 3**, und das niederwertigste Byte entspricht **Register 2**.

Ihr könnt eine Richtungslesung auch nur in einem Byte vornehmen (**Register 1**), aber in diesem Fall variiert sie zwischen 0 und 255.

Das Auslesen von **Register 4** gibt den „**Nickwinkel**“-Wert in 1 Byte aus (variiert zwischen - 90 und + 90).

Das Auslesen von **Register 5** gibt den „**Rollwinkel**“-Wert in 1 Byte aus (variiert zwischen - 90 und + 90).

Von jeder dieser drei Achsen könnt Ihr die vom Magnet- und vom Beschleunigungssensor gemessenen Werte erhalten. Außerdem könnt Ihr auch die I2C-Adresse des Kompasses ändern. All diese und weitere Informationen findet Ihr auch auf der [Support-Website für den Kompass CMPS11](#) oder in der pdf-Datei „**CMPS11\_I2C.pdf**“ in der Dokumentation zu Eurem **Bot'n Roll ONE A**.

## 2.4 QUELLCODE-BEISPIEL UND TEST

Ladet das Programm „**Compass\_CMPS11**“ auf Euren Roboter. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA -> Extras -> Compass\_CMPS11**“. Wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist, sollten auf dem LCD-Display die Werte für Bewegungsrichtung, Nickwinkel und Rollwinkel angezeigt und alle 100 ms aktualisiert werden.

Verändert die Ausrichtung und Neigung Eures Roboters und überprüft, ob sich die Werte entsprechend ändern.

Wenn sich die Werte nicht ändern, kontrolliert bitte, ob das Kompasskabel korrekt angebracht ist und der **I2C-Steckverbinder** fehlerfrei und in der **richtigen Ausrichtung** angelötet wurde, und überprüft die folgenden Bauteile auf Kurzschlüsse oder fehlerhafte Lötstellen:

- Steckverbinder **I2C1**, **I2C2**, **I2C3** und **I2C4**;
- Widerstände **R9** und **R10**;
- **IC-Sockel der integrierten Schaltung** ATmega328.

**Wichtiger Hinweis:** Damit Ihr den I2C-Bus verwenden könnt, dürft Ihr die Pins **A4** und **A5** des Arduino Steckverbinders **A0-A5** nicht für ein anderes Gerät verwenden!



### 3. PAN & TILT-KIT

Das **Pan & Tilt-Kit** kann horizontale und vertikale Drehbewegungen ausführen und bietet eine ideale Möglichkeit, Sensoren anzubringen und Bereiche zu scannen, ohne dass dafür die Räder des Roboters bewegt werden müssen.

Das Kit wird im vormontierten Zustand mit zwei PLA-Stützen und zwei Servomotoren geliefert, die an einer Metallkonstruktion befestigt sind. Für die Befestigung am Roboter werden außerdem mitgeliefert:

- 2 M3 x 25 mm Schrauben
- 2 Kunststoff-Abstandhalter (ohne Gewinde)
- 4 Steckleisten (3-polig)
- 1 Spannungsregler LM7805
- 1 Elektrolytkondensator (100  $\mu$ F)

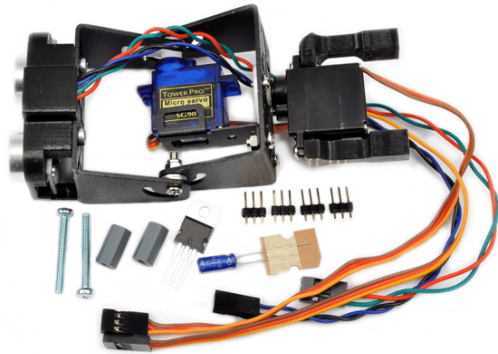


Abbildung 11: Das Pan & Tilt-Kit

Außerdem umfasst das Kit einen HC-SR04 Ultraschallsensor und die dazugehörige PLA-Halterung, die Teil des *Pan & Tilt-Systems* sind.

Für die *Schwenk-* und *Neigebewegungen* (*Pan* und *Tilt*) sorgen zwei Servomotoren, die die Metallkonstruktion entlang zweier Achsen bewegen.

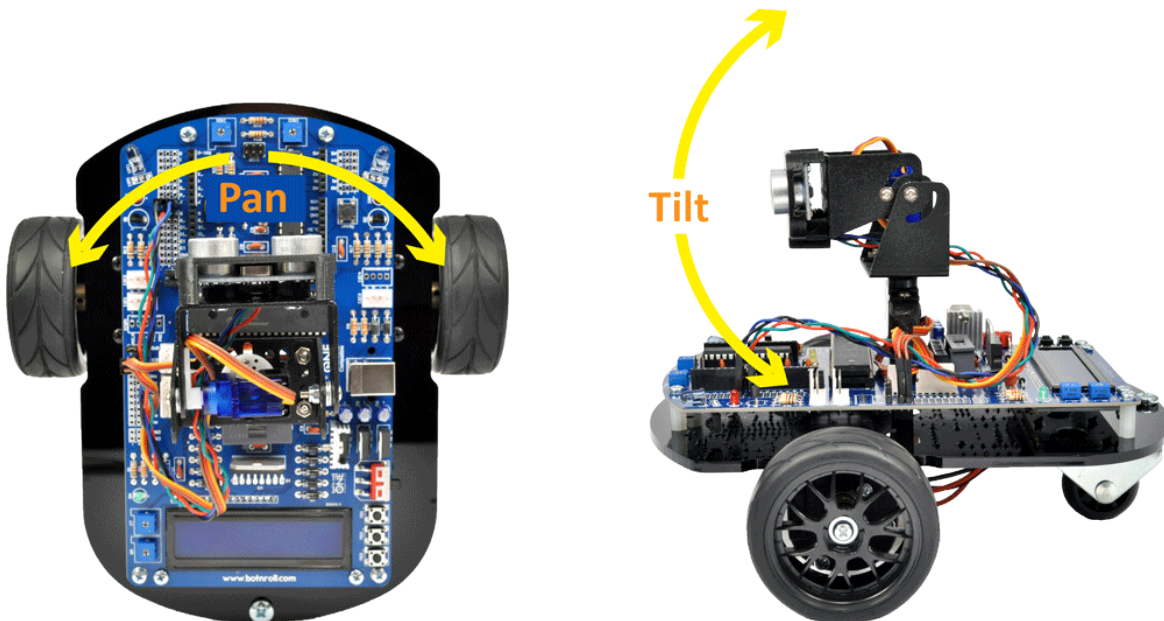


Abbildung 12: Schwenk- und Neigebewegungen (*Pan* und *Tilt*)

Die „**Schwenkfunktion**“ (*Pan*) entspricht der Drehung um die senkrechte Achse des Roboters.

Die „**Neigefunktion**“ (*Tilt*) entspricht der Drehung um die Radachsen.

### 3.1 ULTRASCHALLSENSOR HC-SR04

Ein Ultraschallsensor ist ein Gerät, das misst, wie weit Objekte entfernt sind, indem es Schallwellen aussendet und das Echo erfasst.

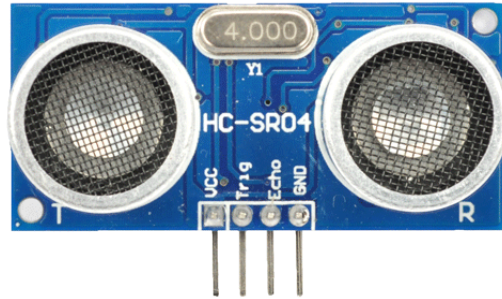


Abbildung 13: Ultraschallsensor HC-SR04

Ein Ultraschallsensor besteht aus einem Lautsprecher und einem Mikrofon. Der Lautsprecher sendet ein akustisches Signal aus, das sich mit einer Geschwindigkeit von rund 340 Metern pro Sekunde durch die Luft bewegt. Sobald der Schall auf einen Gegenstand trifft, wird er zum Ultraschallsensor zurückgeworfen und vom Mikrofon erfasst. Der zurückgeworfene Schall ist das **Echo**, und die Zeit, die zwischen dem Aussenden des Schalls und dem Empfang des Echos vergeht, gibt Aufschluss über die Entfernung zwischen dem Gegenstand und dem Ultraschallsensor.



Abbildung 14: Der Ultraschallsensor an seiner Halterung

Der Ultraschallsensor HC-SR04 sendet Ultraschall aus – einen hochfrequenten und für das menschliche Gehör nicht wahrnehmbaren Schall ähnlich dem Schall, den Fledermäuse aussenden. Der HC-SR04 kann Entfernungen zwischen 2 cm und 4 m auf 3 mm genau messen.

Gesteuert wird der Ultraschallsensor HC-SR04 durch den Bot'n Roll ONE A über einen Digitaleingang an Pin **7** und einen Digitalausgang an Pin **8**, die mit dem **Echo**-Pin und den **Trig** Pin des Ultraschallsensors verbunden werden.

Der Ultraschallsensor startet einen Messvorgang, sobald der Roboter 10 us lang eine Spannung von 5 V an den **Trig**-Pin anlegt. Nach Beginn des Messvorgangs legt der Ultraschallsensor 5 V an den **Echo**-Pin an, sendet Ultraschallwellen durch die Luft und setzt, sobald er das Echo erfasst, die Spannung am **Echo**-Pin auf 0 V. Um festzustellen, wie weit ein Gegenstand entfernt ist, muss der Roboter messen, wie lange am **Echo**-Pin 5 V anliegen, und die folgende Formel anwenden:

$$\text{Entfernung} = \text{Echozeit} \times \text{Schallgeschwindigkeit} / 2$$

### 3.2 DIE KOMPONENTEN AN DIE LEITERPLATTE LÖTEN

Der Spannungsregler LM7805 und der 100µF-Kondensator sind möglicherweise schon in die Schaltung eingebaut, wenn Ihr nämlich zuvor bereits den **Bot'n Roll ONE A Greifer** anmontiert habt. Die 3-poligen Steckleisten für Servos und Ultraschallsensor müsst Ihr allerdings noch anlöten.

Steckt den LM7805 so, wie durch den Aufdruck vorgegeben, an der mit „PWR“ gekennzeichneten Position ein. Ihr müsst die Ausrichtung des Bauteils beachten – der aufgedruckte Doppelstrich entspricht dem Metall-Kühlkörper des LM7805.

Der 100µF-Kondensator hat gepolte Anschlüsse und gehört an die Position „C6“. Ihr müsst die Polung des Elektrolytkondensators beachten, weil das Bauteil ansonsten dauerhaft beschädigt wird!

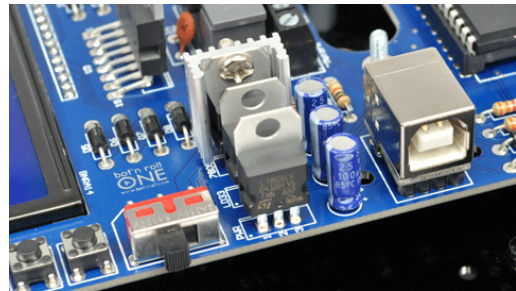


Abbildung 15: Der Spannungsregler gehört an die Position „PWR“ und der Kondensator an „C6“

Lötet die 3-polige Steckleiste an die Pins „SER1“, „SER2“ sowie „7“ und „8“ der digitalen Arduino-Steckverbinder 0-7 und 8-SCL.

Konfiguriert den „SPOW“-Jumper (Servo Power) so, dass der mittlere Pin mit dem „PWR“-Pin verbunden ist. Somit werden die Servos vom Spannungsregler „POW“ versorgt, der speziell für die Servos vorgesehen ist, und nicht vom „7805“, der die 5-V-Elektronik des **Bot'n Roll ONE A** versorgt.

Diese Jumperverbindung ist wichtig, denn wenn mehrere Servos gleichzeitig in Betrieb sind, verbrauchen diese viel Strom und verursachen mit Sicherheit Spannungsschwankungen. Wenn es zu Spannungsschwankungen kommt, blockieren die Mikrocontroller und starten neu; deshalb ist es nicht ratsam, die Servos und die Mikrocontroller an denselben Stromkreis anzuschließen.

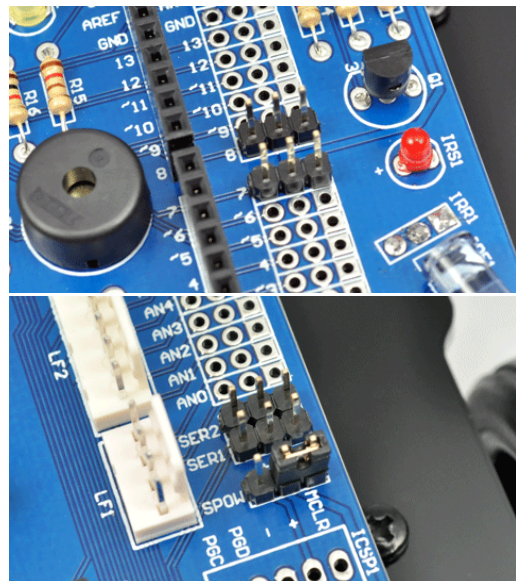


Abbildung 16: Die Anordnung der Stecker für das Pan & Tilt-Kit und des „SPOW“-Jumpers



### 3.3 DAS PAN & TILT-KIT AM BOT'N ROLL ONE A ANBRINGEN

Entfernt die mittig angebrachten Nylon-Abstandhalter und ersetzt sie durch die grauen Abstandhalter ohne Gewinde.

Steckt die M3 x 25 mm Schrauben von unten nach oben so in die Acryl-Grundplatte, dass sie durch die grauen Abstandhalter geführt werden.

Alternativ könnt Ihr auch die vorhandenen Nylon-Abstandhalter verwenden, wenn Ihr wollt. Ersetzt die mittlere Schraube des Nylon-Abstandhalters in der Mitte der Acryl-Grundplatte durch die M3 x 25 mm Schraube. Die Schrauben werden durch die Abstandhalter geführt und in die PLA-Halterungen eingesteckt. Zieht die Abstandhalter nicht fest an die Acryl-Grundplatte an, denn sie müssen sich ungehindert drehen können.

Bringt die Leiterplatte so am Roboter an, dass die beiden M3 x 25 mm Schrauben durch die Befestigungsöffnungen in der Mitte der Leiterplatte geführt werden.

Bringt das Pan & Tilt-Kit so in Position, dass sich der Ultraschallsensor vorne befindet.

Befestigt das Pan & Tilt-Kit am Bot'n Roll ONE A, indem Ihr mit einem Kreuzschlitz-Schraubendreher die M3 x 25 mm Schrauben an den PLA-Halterungen festschraubt.

**Sehr wichtig!** Haltet die PLA-Halterungen mit Euren Fingern an die Leiterplatte des Roboters und zieht gleichzeitig die M3 x 25 mm Schrauben an! Dadurch wird sichergestellt, dass sich die PLA-Halterungen nicht unbeabsichtigt drehen können.

Übt beim Festschrauben keine Kraft auf das Pan & Tilt-Kit aus, da es sonst kaputtgehen kann!

Bringt die restlichen Schrauben an, mit denen die Leiterplatte des Roboters gehalten wird.

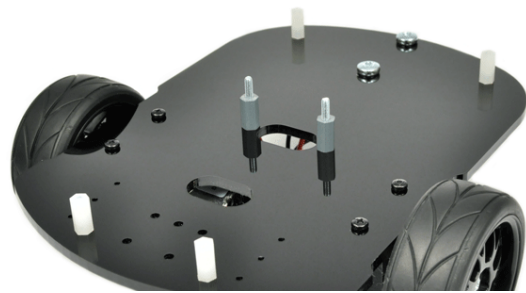


Abbildung 17: M3 x 25 mm Schrauben und mittig angebrachte Abstandhalter

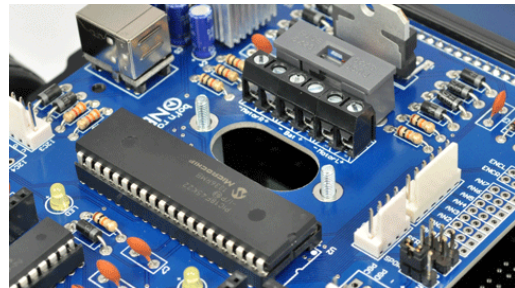


Abbildung 18: M3 x 25 mm Schrauben und Leiterplatte

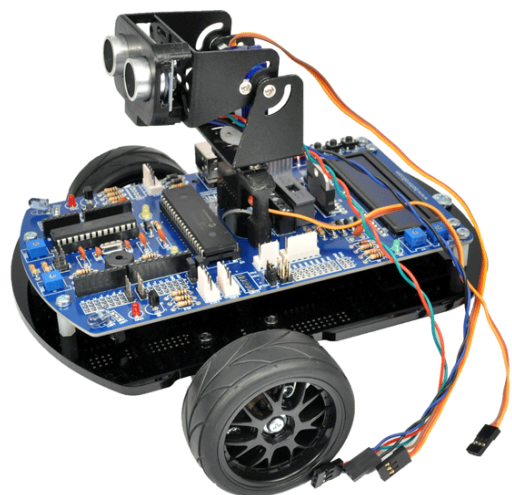


Abbildung 19: Der Roboter mit anmontiertem Pan & Tilt-Kit



### 3.4 ELEKTRISCHE VERDRAHTUNG DES PAN & TILT-KITS

Das Pan & Tilt-Kit hat 4 Kabel. Ordnet und positioniert die Kabel so, dass sie das Pan & Tilt-Kit nicht in seiner Bewegungsfreiheit behindern.

Servoanschlüsse:

- Der untere Servo für die **Schwenkbewegung** wird an **SER1** angeschlossen.
- Der obere Servo für die **Neigebewegung** wird an **SER2** angeschlossen.

Steckt die Kabel so in die entsprechenden Steckleisten, dass das braune Kabel an „-“ 0V und das orangefarbene Kabel an die mit „s“ gekennzeichnete Klemme angeschlossen wird. Die mittlere Klemme nimmt den 5V-Stromanschluss auf.

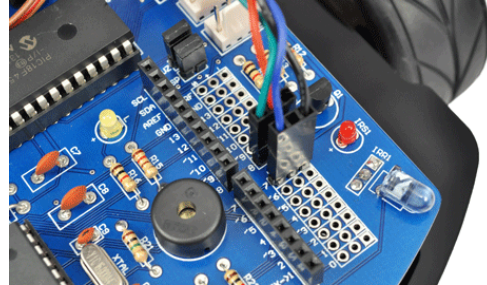


Abbildung 20: Der elektrische Anschluss der Servos

Anschluss für den Ultraschallsensor:

- Das Kabel mit der **blauen** und der **schwarzen Ader** wird an die 3-polige Steckleiste an digital 7 angeschlossen. Die **blaue** Ader wird an „s“ (Signal) und die **schwarze** Ader an 0V „-“ angeschlossen.
- Das Kabel mit der **grünen** und der **roten Ader** wird an die 3-polige Steckleiste an digital 8 angeschlossen. Die **grüne** Ader wird an „s“ (Signal) und die **rote** Ader an 5V „+“ angeschlossen.

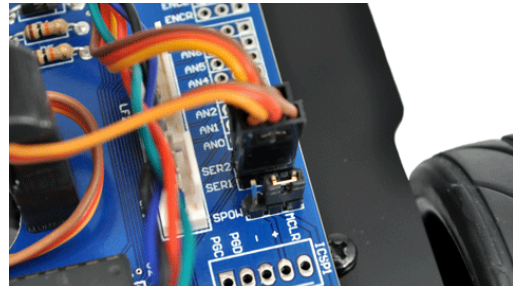


Abbildung 21: Der elektrische Anschluss des Ultraschallsensors

Damit habt Ihr **VCC** an 5V, **Trig** an 7, **Echo** an 8 und **GND** an 0V angeschlossen.

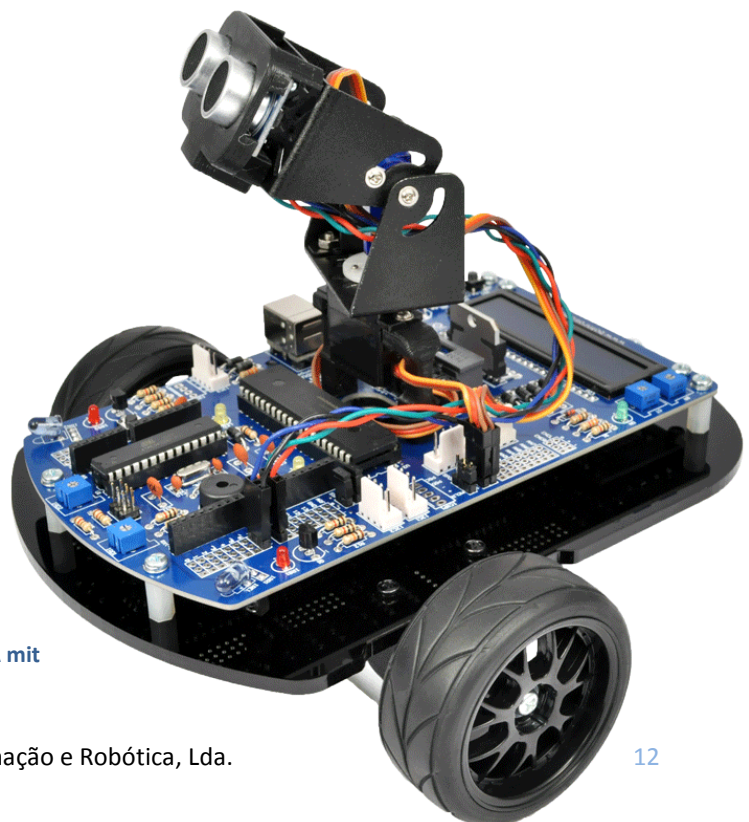


Abbildung 22: Der Bot'n Roll ONE A mit anmontiertem Pan & Tilt-Kit

### 3.5 QUELLCODE-BEISPIEL UND TEST FÜR DAS PAN & TILT-KIT

Ladet das Programm „**Pan&Tilt**“ auf Euren Roboter. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA -> Extras -> Pan&Tilt**“. Wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist, wird auf dem LCD-Display der Winkel jedes der beiden Servos angezeigt.

Mit den Drucktastern **PB1** und **PB2** könnt Ihr den Winkel verändern.

Mit dem Drucktaster **PB3** könnt Ihr zwischen den beiden Servos hin- und herschalten.

Registriert die Winkel, die Ihr braucht, damit Euer Programm so arbeitet, wie Ihr es wünscht, und verwendet diese Winkel später in Eurem Programm!

**Sehr wichtig!** Jeder Servo hat zwei mechanische Endanschläge und reagiert verschieden auf Steuerungssignale. Manche Servos erreichen die Endanschlagspositionen, bevor in Eurem Programm 0° oder 180° erreicht sind. Sobald eine Anschlagposition erreicht ist, versucht der Servocontroller in die gewünschte Position zu gelangen, aber das mechanische Getriebe lässt dies nicht zu. Wenn das passiert, **vibriert der Servo, erzeugt Lärm, erhöht den Stromverbrauch** auf das Maximum und **wird heiß!** Das ist **nicht erwünscht**, denn in wenigen Sekunden kann dies den Servo **dauerhaft beschädigen!** Überprüft und registriert vor dem Programmieren Eure Softwarewerte für die mechanischen Endanschlagswinkel jedes Servos!

Wenn sich ein Servomotor nicht bewegt, kontrolliert bitte Folgendes:

- Ist das Servokabel ordnungsgemäß am Bot'n Roll ONE A eingesteckt?
- Ist der **SPOW**-Jumper richtig konfiguriert?
- Ist der Servo nicht mechanisch blockiert? Könnt Ihr also bei ausgeschaltetem Roboter den Servo mit den Händen mühelos bewegen?
- Wenn Ihr versucht, den Servo über die Endanschläge hinaus zu bewegen, treten diese „Symptome“ auf: Der Servo vibriert, erzeugt Lärm und wird heiß.

Wenn das Problem weiterhin besteht, überprüft bitte die folgenden Bauteile auf Kurzschlüsse oder fehlerhafte Lötstellen:

- LM7805 an „**POW**“;
- Kondensator **C6**;
- **SPOW**-Jumper;
- 3-polige Steckleiste an **SER1** und/oder **SER2**;
- **IC-Sockel der integrierten Schaltung** PIC18F45K22.

### 3.6 QUELLCODE-BEISPIEL UND TEST FÜR DEN ULTRASCHALLSENSOR

Ladet das Beispielprogramm „**Sonar\_HCSR04**“ auf Euren Roboter. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA -> Extra -> Sonar\_HCSR04**“. Wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist, wird auf dem LCD-Display die vom Ultraschallsensor gemessene Entfernung in cm angezeigt.

Haltet Eure Hand vor den Ultraschallsensor, führt die Hand näher an den Sensor heran und entfernt sie wieder vom Sensor und kontrolliert, ob sich die angezeigte Entfernung verändert.

Wenn sich die angezeigte Entfernung nicht verändert, überprüft bitte Folgendes:

- Sind die Kabel des Ultraschallsensors korrekt am Bot'n Roll ONE A eingesteckt?

Wenn das Problem weiterhin besteht, überprüft bitte die folgenden Bauteile auf Kurzschlüsse oder fehlerhafte Lötstellen:

- 3-polige Stiftleiste, die am Arduino am Digitalanschluss **7** angeschlossen ist;
- 3-polige Stiftleiste, die am Arduino am Digitalanschluss **8** angeschlossen ist;
- **SPOW**-Jumper;
- **IC-Sockel der integrierten Schaltung** ATmega328.

## 4. BOT'N ROLL GREIFER

Der **Bot'n Roll Greifer** besteht aus 2 mm starkem Aluminium. Er ist sehr robust und hat einen Öffnungswinkel von über 180° sowie zwei 69 mm lange Greifzangen, mit denen er Gegenstände mit Durchmessern von 47 mm bis 110 mm greifen kann. Der Greifer kann sich in weniger als einer Sekunde vollständig öffnen oder schließen!

Der Greifer ist mit einem Servo des Typs [MOT03009](#) mit mechanischem Getriebe ausgestattet, der bereits fertig eingebaut ist und für die Öffnungs- und Schließbewegungen des Greifers sorgt.

Damit der Greifer auch Gegenstände heben kann, enthält das Kit außerdem ein Standard-Servo und eine Servohalterung aus Metall sowie Montagezubehör. Mit dem **Greifer** könnt Ihr mit Eurem **Bot'n Roll ONE A** **Gegenstände anheben** und **transportieren**.

Für die Stromversorgung und den Anschluss der Servomotoren werden zudem ein Spannungsregler LM7805, ein Kühlkörper, ein **100µF**-Kondensator und zwei (an die Leiterplatte des Roboters anzulöten) 3-polige Steckleisten mitgeliefert.

Der Greifer wird an die digitalen Pins ~3 und ~5 des 0-7-Steckverbinders angeschlossen und wird mit Hilfe der Arduino-Library **Servo.h** direkt vom ATmega3128 gesteuert.

Um den Greifer an Euren **Bot'n Roll ONE A** anzubauen, braucht Ihr nicht alle mitgelieferten Bauteile.



Abbildung 23: Der Bot'n Roll Greifer mit Zubehör

### 4.1 DIE KOMPONENTEN AN DIE LEITERPLATTE LÖTEN

Der Spannungsregler LM7805 und der 100µF-Kondensator sind möglicherweise schon in die Schaltung eingebaut, wenn Ihr nämlich zuvor bereits das **Pan & Tilt-Kit** anmontiert habt. Die 3-poligen Steckleisten für die Servos müsst Ihr allerdings noch anlöten.

Lötet den Spannungsregler LM7805 an der Position „PWR“ an die Leiterplatte. Bitte beachtet die Ausrichtung des Bauteils: Der Metall-Kühlkörper muss sich dort befinden, wo die doppelt gestrichelte Markierung auf die Leiterplatte aufgedruckt ist.

Der 100µF-Kondensator hat gepolte Anschlüsse und gehört an die Position „C6“. Ihr müsst die Polung des Elektrolytkondensators beachten, da das Bauteil ansonsten dauerhaft beschädigt wird!

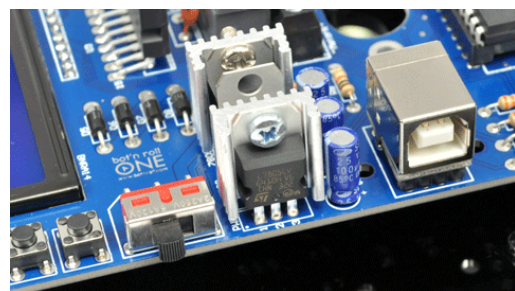


Abbildung 24: LM7805 und Kühlkörper

Die 3-poligen Steckleisten müssen an die Anschlüsse „~3“ und „~5“ des digitalen Arduino-I/O-Steckverbinders 0-7 angelötet werden.

Konfiguriert den „**SPOW**“-Jumper (Servo Power) so, dass der mittlere Pin mit dem „**PWR**“-Pin verbunden ist. Somit werden die Servos vom Spannungsregler „**POW**“ versorgt, der speziell für die Servos vorgesehen ist, und nicht vom „**7805**“, der die 5-V-Elektronik des **Bot'n Roll ONE A** versorgt.

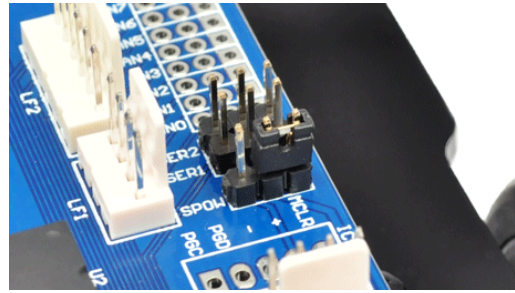


Abbildung 25: Konfiguration des „SPOW“-Jumpers

Diese Jumperverbindung ist wichtig, denn wenn mehrere Servos gleichzeitig in Betrieb sind, verbrauchen diese viel Strom und verursachen mit Sicherheit Spannungsschwankungen. Wenn es zu Spannungsschwankungen kommt, blockieren die Mikrocontroller und starten neu; deshalb ist es nicht ratsam, die Servos und die Mikrocontroller an denselben Stromkreis anzuschließen.

## 4.2 DEN GREIFER AM BOT'N ROLL ONE A ANBRINGEN

Nach dem Zusammenbau wird der Greifer so am Roboter angebaut, wie in der Abbildung rechts gezeigt.

Die **Servomotorhalterung**, die **U-Halterung**, der **Greifer** und der **Servomotor** müssen nach den folgenden Anweisungen ordnungsgemäß zusammengebaut werden.



Abbildung 26: Der an den Roboter montierte Greifer

Stellt die **Servomotorhalterung** auf die Acryl-Grundplatte und steckt – wie in der Abbildung gezeigt – die 3 **M3 x 10 mm Schrauben** von unten nach oben ein.



Schraubt die 3 Muttern von oben auf die Schrauben und vergewissert Euch dabei, dass die Metallhalterung mit der Acryl-Grundplatte genau auf einer Linie liegt.



Bitte beachtet, dass sich alle M3 Muttern an der Oberseite des Roboters befinden und die Schrauben von der Unterseite eingesteckt werden!

Abbildung 27: Servomotorhalterung



Befestigt die **kleinere Nabe** mit **zwei selbstschneidenden Schrauben** an der **U-Halterung**. Achtet darauf, dass die glatte Seite der Nabe die Innenseite der Halterung berühren muss. Schraubt die Schrauben von außen nach innen in die U-Halterung und entfernt die Schraubenspitzen mit einer Zange.



Abbildung 28: Die Nabe wird in die U-Halterung eingesetzt

Bringt die U-Halterung mit dem Abstandhalter samt Lager an der Servomotorhalterung an. Steckt das Lager von außen in die U-Halterung ein. Steckt die M3 x 12 mm Schraube von innen durch die Servomotorhalterung und das Lager. Steckt die geschlitzte Unterlegscheibe und die Blindmutter von der Außenseite der U-Halterung aus auf die Schraube und zieht sie fest.



Abbildung 29: Die U-Halterung wird an der Servohalterung befestigt

Platziert den Greifer zwischen der U-Halterung und die Servohalterung. Schraubt den Greifer mit zwei M3 x 6 mm Schrauben und zwei Sicherungsmutter an die U-Halterung, wie in der Abbildung gezeigt. Bitte achtet darauf, dass die Schrauben von der Roboterseite aus und die Sicherungsmuttern von der Greiferseite aus angebracht werden müssen. Die Abbildung zeigt die Montage des Greifers mit der Oberseite nach unten!

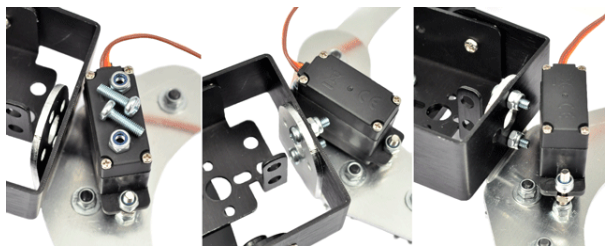


Abbildung 30: Der Greifer wird an die U-Halterung montiert

Bevor Ihr den Servomotor anbringt, testet mit einer provisorischen Nabe seine **mechanischen Endanschläge**. Dreht den Servo vorsichtig, bis Ihr eine **Mittelstellung** findet, damit der Greifer nach dem Zusammenbau komplett angehoben werden kann. Befestigt den **Servomotor** mit vier **M4 x 12 mm Schrauben** und vier **M4 Muttern** an der **Servohalterung**.

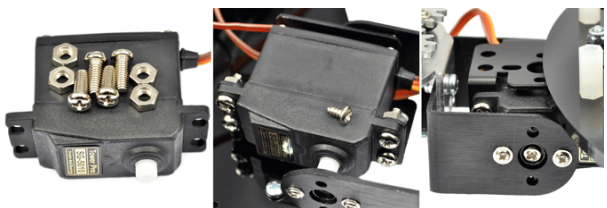


Abbildung 31: Der Servomotor wird montiert

Steckt den Servomotor auf die Nabe der U-Halterung und überprüft, ob Ihr den Greifer bis ganz nach oben und unten bewegen könnt. Befestigt die Nabe mit einer selbstschneidenden Schraube am Servo.



Abbildung 32: Der Greifer in Bewegung

### 4.3 ELEKTRISCHE VERDRAHTUNG DES BOT'N ROLL GREIFERS

Führt die Servomotorkabel durch die Öffnungen in der Mitte der Acryl-Grundplatte und der Leiterplatte. Vergewissert Euch, dass die Kabel nicht den Boden berühren und den Greifer nicht in seiner Bewegungsfreiheit einschränken.

Das Servomotorkabel, das für das **Öffnen und Schließen** des Greifers zuständig ist, wird an die 3-polige Steckleiste an den digitalen Pin **~3** angeschlossen.

Das Servomotorkabel, das für das **Anheben** des Greifers zuständig ist, wird an die 3-polige Steckleiste an den digitalen Pin **~5** angeschlossen.

Steckt die Kabel so in die entsprechenden Steckleisten, dass das braune Kabel an „-“ **0V** und das orangefarbene Kabel an die mit „s“ gekennzeichnete Klemme angeschlossen wird. Die mittlere Klemme nimmt den 5V-Stromanschluss auf.

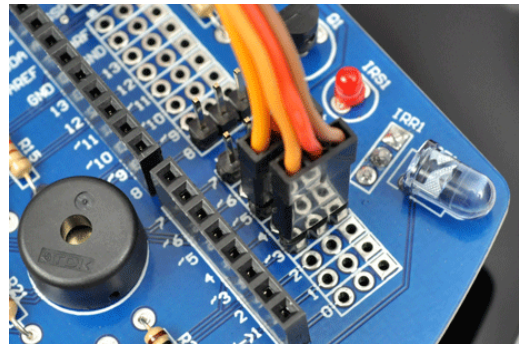


Abbildung 33: Die elektrischen Anschlüsse des Greifers

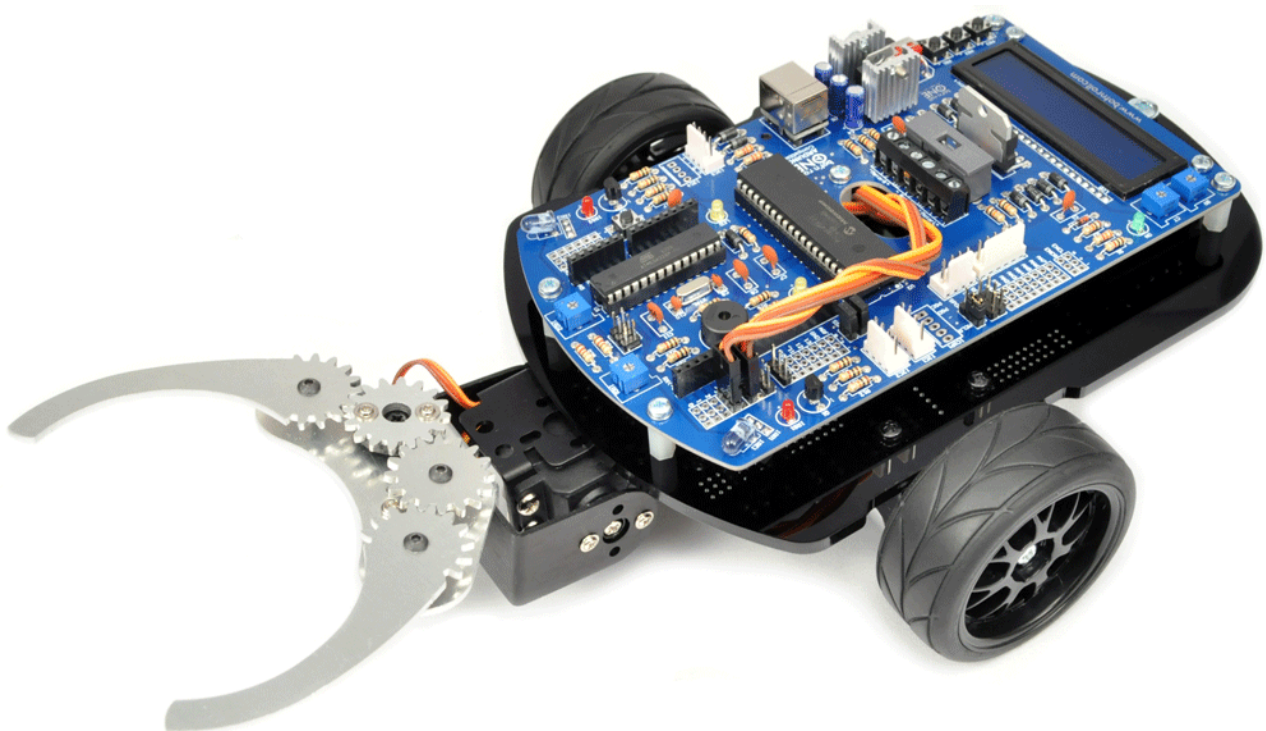


Abbildung 34: Der Bot'n Roll ONE A mit angebautem Greifer

#### 4.4 QUELLCODE-BEISPIEL UND TEST

Ladet das Beispielprogramm „**Gripper**“ auf Euren Roboter. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA-> Extra -> Gripper**“. Wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist, wird auf dem LCD-Display der Winkel jedes der beiden Servos angezeigt.

Mit den Drucktastern **PB1** und **PB2** könnt Ihr den Winkel verändern.

Mit dem Drucktaster **PB3** könnt Ihr zwischen den beiden Servos hin- und herschalten.

Registriert die Winkel, die Ihr braucht, damit Euer Programm so arbeitet, wie Ihr es wünscht, und verwendet diese Winkel später in Eurem Programm!

**Sehr wichtig!** Jeder Servo hat zwei mechanische Endanschläge und reagiert verschieden auf Steuerungssignale. Manche Servos erreichen die Endanschlagspositionen, bevor in Eurem Programm 0° oder 180° erreicht sind. Sobald eine Anschlagposition erreicht ist, versucht der Servocontroller in die gewünschte Position zu gelangen, aber das mechanische Getriebe lässt dies nicht zu. Wenn das passiert, **vibriert der Servo, erzeugt Lärm, erhöht den Stromverbrauch** auf sein Maximum und **wird heiß!** Das ist **nicht erwünscht**, denn in wenigen Sekunden kann dies den Servo **dauerhaft beschädigen!** Überprüft und registriert vor dem Programmieren Eure Softwarewerte für die mechanischen Endanschlagswinkel jedes Servos!

Wenn sich ein Servomotor nicht bewegt, kontrolliert bitte Folgendes:

- Ist das Servokabel ordnungsgemäß am Bot'n Roll ONE A eingesteckt?
- Ist der **SPOW**-Jumper richtig konfiguriert?
- Ist der Servo nicht mechanisch blockiert? Könnt Ihr also bei ausgeschaltetem Roboter den Servo mit den Händen mühelos bewegen?
- Wenn Ihr versucht, den Servo über die Endanschläge hinaus zu bewegen, treten diese „Symptome“ auf: Der Servo vibriert, erzeugt Lärm und wird heiß.

Wenn das Problem weiterhin besteht, überprüft bitte die folgenden Bauteile auf Kurzschlüsse oder fehlerhafte Lötstellen:

- LM7805 an „**POW**“;
- Kondensator **C6**;
- **SPOW**-Jumper;
- 3-polige Steckleiste an „**~3**“ und/oder „**~5**“;
- **IC-Sockel der integrierten Schaltung** ATmega328.

## 5. XBEE WIRELESS COMMUNICATION

Dieses System sorgt dafür, dass Euer Bot'n Roll ONE A mit einem Computer kommunizieren kann. Die mitgelieferten XBee® Module haben auf freiem Feld eine Reichweite bis zu 100 Metern. Mit XBee-PRO® XSC Modulen von Digi® kann man über Entfernungen bis zu 9.600 Metern kommunizieren.

Nähere Informationen zu den XBee® Modulen findet Ihr in den Dokumenten „XBee\_Maxstream.pdf“ und „XBee\_Digi.pdf“ in der Dokumentation zu Eurem Bot'n Roll ONE A.

Der Bausatz enthält:

- 2 XBee® Module von Maxstream®
- 1 XBee® Shield
- 1 USB-XBee® Converter
- 1 USB-Kabel **USB-A auf Mini-USB**

Die beiden XBee® Module sind gepaart, sodass die Signale von Eurem System nicht mit Signalen von anderen Systemen kollidieren, die sich gerade am gleichen Ort befinden.



Abbildung 35: XBee® Wireless Communication Kit

### 5.1 USB-XBEE® FOCA V2 CONVERTER

Mit dem USB-XBee® Foca V2 Converter wird das XBee® Modul über ein USB-Kabel an Euren Computer angeschlossen. Der Converter wird über den USB-Anschluss Eures Computers mit Strom versorgt und darf niemals auf Metallflächen oder nassen Flächen abgelegt werden, weil dies zu bleibenden Schäden am Converter und Eurem Computer führen kann!

**Sehr wichtig!** Der USB-XBee® Foca V2 Converter hat einen Schalter, mit dem Ihr die Versorgungsspannung des XBee® Moduls wählen könnt. Die Nennspannung für die XBee® Module beträgt 3,3 V!

Wenn Ihr das XBee® Modul mit 5 V betreibt, wird das Modul **dauerhaft beschädigt!**



Abbildung 36: Der Spannungswählschalter am USB-XBee® Converter

Vergewissert Euch, dass der Spannungswählschalter am USB-XBee® Foca V2 Converter auf 3,3 V eingestellt ist. Steckt das USB-Kabel so in den Converter, wie in der Abbildung gezeigt.

Jetzt ist der Converter einsatzbereit und könnte schon an einen Computer angeschlossen werden – aber bitte schließt den Converter erst im Rahmen von Schritt 5.3 in dieser Zusatzbauanleitung an!



Abbildung 37: Das USB-Kabel am USB-XBee® Converter



## 5.2 XBEE® SHIELD

Am XBee® Shield befinden sich ein Steckplatz für das XBee® Modul und zwei Schalter für die Konfiguration.

Bitte beachtet, dass der serielle Port, der zum Programmieren des Roboters verwendet wird, auch für die drahtlose Kommunikation genutzt wird. Damit Ihr das Shield ordnungsgemäß nutzen könnt, müssen die beiden Schalter **XBEE/USB** und **RUN/PROG** konfiguriert werden.

Für die drahtlose Kommunikation mit einem Computer muss der Schalter XBEE/USB auf **XBEE** und der Schalter RUN/PROG auf **RUN** stehen.

Zum Programmieren Eures Bot'n Roll ONE A muss der Schalter XBEE/USB auf **USB** und der Schalter RUN/PROG auf **PROG** stehen. So wird erreicht, dass Ihr das Shield nicht abnehmen müsst, wenn Ihr den Roboter programmieren wollt.

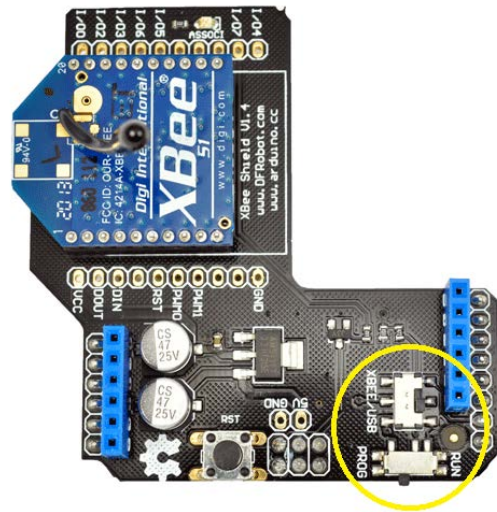


Abbildung 38: Die Schalter am XBee® Shield

Steckt das XBee® Modul in das XBee® Shield ein. Steckt **bei ausgeschaltetem Roboter** das XBee® Shield mit den Arduino-Steckverbindern **A0-A5** und **0-7** an Eurem Bot'n Roll ONE A ein.

Ladet das Beispielprogramm „**XBee**“ auf Euren Roboter. Dieses Programm findet Ihr unter „**File -> Examples -> BnrOneA -> Extras -> XBee**“. Fertig – jetzt kann der Bot'n Roll ONE A mit einem Computer kommunizieren!

Vergesst nicht, die Schalter am XBee® Shield in die richtige Position für die Kommunikation zu bringen!

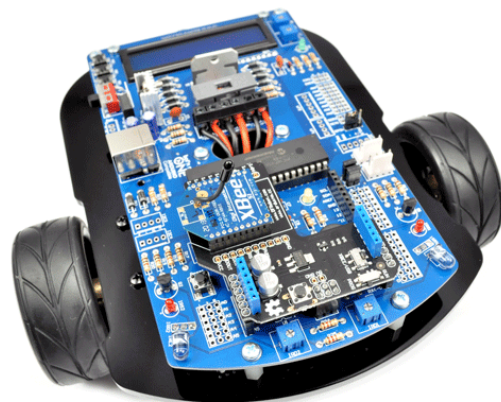


Abbildung 39: Der Bot'n Roll ONE A mit aufgestecktem XBee® Shield

### 5.3 DEN COMPUTER VORBEREITEN

Steckt den USB-XBee® Converter an einen USB-Anschluss an Eurem Computer.

Installiert die benötigten Treiber. Welche Treiber Ihr braucht, erfahrt Ihr in dem Dokument „**FTDI\_Drivers\_Installation\_Guide\_for Windows7.pdf**“. Dieses Dokument erhaltet Ihr auf der [Support-Website für den Bot'n Roll ONE A](#).

Überprüft, welcher COM-Port dem USB-XBee® Converter zugewiesen ist.

Installiert das Programm „Bot'n Roll ONE C Control.exe“ auf Eurem Computer. Die Software könnte Ihr von der [Support-Website für den Bot'n Roll ONE A](#) herunterladen.

Startet das Programm, legt als Baudrate 57.600 bps fest und wählt den COM-Port für den USB-XBee® Converter aus. Öffnet den COM-Port und schaltet den Roboter EIN! Erkundet alle Funktionen, die die Software für die Ferninteraktion mit Eurem Bot'n Roll ONE A bietet.

Die Software wurde von [botnroll.com](#) mit **Microsoft Visual Studio®** in der Programmiersprache C# entwickelt. Den Quellcode findet Ihr auf der [Support-Website für den Bot'n Roll ONE A](#).