



Ⓛ Bedienungsanleitung

## Hexapod-Robobug Komplettsset

Best.-Nr. 1664151

CE

	Seite
1. Einführung .....	4
2. Symbol-Erklärung .....	4
3. Bestimmungsgemäße Verwendung .....	4
4. Lieferumfang .....	5
5. Produktbeschreibung .....	5
6. Features .....	6
7. Sicherheitshinweise .....	7
8. Benötigtes Zubehör .....	8
9. Allgemeines .....	9
10. Vorbereitende Arbeiten .....	10
a) Anwendung des Schraubensicherungslacks .....	10
b) Kugellager und Zylinderstifte .....	10
c) Stromversorgung .....	11
d) Installation der Software und Firmware .....	11
11. Übertragen der Firmware .....	12
a) Treiber installieren .....	12
b) Arduino IDE installieren .....	12
c) Arduino IDE einrichten .....	12
12. Bein-Servos für den Einbau vorbereiten .....	15
13. Zusammenbau der mechanischen Teile .....	18
a) Servos montieren .....	18
b) Lager montieren .....	20
c) Servo-Scheiben montieren .....	22
d) Abstandshalter montieren .....	24
e) Servos an der Oberplatte montieren .....	25
f) Unterplatte montieren .....	27
g) Empfänger und Hexapod Roboter-Board montieren .....	29
h) Beine montieren .....	32
i) Kabel verlegen .....	35
j) Akku montieren .....	39
k) GummifüÙe montieren .....	40
l) Steckbrücken setzen .....	40
14. Übertragen der Firmware .....	41
15. Steuern mit dem Gamepad .....	42
16. Beine kalibrieren .....	44
17. Verwenden von User-Boards .....	47
18. Demo-Programme .....	50
19. Übersicht der Anschlüsse und Komponenten des Roboter-Boards .....	53
20. Schematische Systemübersicht (Blockschaltbild) .....	55
21. Pan-Einheit .....	56
22. Pinzuweisung der User-Boards .....	57
23. Bauteilleiste .....	58
24. FAQ .....	63
25. Reinigung .....	64
26. Konformitätserklärung (DOC) .....	64

	<b>Seite</b>
27. Entsorgung .....	64
a) Produkt .....	64
b) Batterien/Akkus .....	64
28. Technische Daten .....	65
a) Allgemein .....	65
b) Steuerelektronik .....	65
c) Gamepad .....	65

# 1. Einführung

---

Sehr geehrte Kundin, sehr geehrter Kunde,  
wir bedanken uns für den Kauf dieses Produkts.

Dieses Produkt entspricht den gesetzlichen, nationalen und europäischen Anforderungen.

Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, müssen Sie als Anwender diese Bedienungsanleitung beachten!



Diese Bedienungsanleitung gehört zu diesem Produkt. Sie enthält wichtige Hinweise zur Inbetriebnahme und Handhabung. Achten Sie hierauf, auch wenn Sie dieses Produkt an Dritte weitergeben.

Heben Sie deshalb diese Bedienungsanleitung zum Nachlesen auf!

Alle enthaltenen Firmennamen und Produktbezeichnungen sind Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Alle Rechte vorbehalten.

Bei technischen Fragen wenden Sie sich bitte an:

Deutschland: [www.conrad.de/kontakt](http://www.conrad.de/kontakt)

Österreich: [www.conrad.at](http://www.conrad.at)  
[www.business.conrad.at](http://www.business.conrad.at)

Schweiz: [www.conrad.ch](http://www.conrad.ch)  
[www.biz-conrad.ch](http://www.biz-conrad.ch)

## 2. Symbol-Erklärung

---



Das Symbol mit dem Ausrufezeichen im Dreieck weist auf wichtige Hinweise in dieser Bedienungsanleitung hin, die unbedingt zu beachten sind.

→ Das Pfeil-Symbol ist zu finden, wenn Ihnen besondere Tipps und Hinweise zur Bedienung gegeben werden sollen.

## 3. Bestimmungsgemäße Verwendung

---

Das „Hexapod Robobug“-Komplettset ist ausschließlich für Ausbildung, Forschung und den privaten Einsatz im Hobby- bzw. Modellbaubereich und für die damit verbundenen Betriebszeiten ausgelegt.

Das Produkt ist kein Spielzeug, es ist nicht für Kinder unter 14 Jahren geeignet.

Das Produkt richtet sich an fortgeschrittene Anwender, die bereits Erfahrung mit Arduino und der Programmiersprache C/C++ und auch in der Elektronik sowie beim Aufbau von mechanischen Bausätzen besitzen.

Das Produkt darf nicht feucht oder nass werden. Die Elektronik ist für einen Betrieb bei einer Umgebungstemperatur zwischen 0 °C bis +40 °C ausgelegt.

Beachten Sie alle Sicherheitshinweise dieser Bedienungsanleitung. Diese enthalten wichtige Informationen zum Umgang mit dem Produkt. Sie allein sind für den gefahrlosen Betrieb des Hexapod Robobug Komplettset verantwortlich!

Mechanische Komponenten wie auch die Servomotoren unterliegen einem natürlichen Verschleiß und können sich bei hohen Betriebszeiten abnutzen. Die Servos können als Ersatzteil nachbestellt werden. Die Servomotoren haben eine hohe Zyklusfestigkeit von bis zu 100.000 Zyklen. Der Robobug ist jedoch nicht dafür ausgelegt, dauerhaft Bewegungen durchzuführen. Die Motoren in den Servo benötigen nach längerem Lauf (etwa 10 Minuten Dauerbewegung) eine Pause von mindestens 10 Minuten, um abzukühlen. Dies gewährleistet eine lange Lebensdauer.

Falls Sie das Produkt für andere Zwecke verwenden als zuvor beschrieben, kann das Produkt beschädigt werden. Außerdem kann eine unsachgemäße Verwendung Gefahren wie z.B. Kurzschluss, Brand, Stromschlag etc. hervorrufen. Lesen Sie sich die Bedienungsanleitung genau durch und bewahren Sie diese auf. Reichen Sie das Produkt nur zusammen mit der Dokumentation an dritte Personen weiter.

## 4. Lieferumfang

---

- „Hexapod Robobug“ Mechanik-Kit
- 18x Servos
- Hexapod Roboter-Board
- Gamepad zur Steuerung
- Kleinteile (z.B. Steckbrücken, Akkustecker XT30)
- Kurzanleitung

### Aktuelle Bedienungsanleitungen

Laden Sie aktuelle Bedienungsanleitungen über den Link [www.conrad.com/downloads](http://www.conrad.com/downloads) herunter oder scannen Sie den abgebildeten QR-Code. Befolgen Sie die Anweisungen auf der Webseite.

Auf der Internetseite zum Produkt finden Sie alle Beispielprogramme, Firmware-Updates und weiterführende Anleitungen zu Erweiterungen.



## 5. Produktbeschreibung

---

Ein Lauf-Roboter sowohl für Einsteiger als auch erfahrene Entwickler: Mit dem „Hexapod Robobug“-Komplettset, bestehend aus Elektronik, Mechanik und digitalen Hochleistungs-Servos, bauen Sie Ihren eigenen Hexapod-Lauf-Roboter und betreten damit die spannende Welt der Robotik!

Das „Hexapod Robobug“-Komplettset ist dabei die ideale Grundlage zum Einstieg in die Themenbereiche Elektronik, Mechanik und Programmierung: es ermöglicht eine Vielzahl an Erweiterungen durch Verwendung zusätzlicher User-Boards wie Arduino, Raspberry Pi oder NodeMCU und bietet Platz für viele zusätzliche Komponenten.

Der Roboter ist so konzipiert, dass dieser auch ohne Programmieren mit dem mitgelieferten Controller gesteuert werden kann, ähnlich wie ein RC-Modell. Durch seine Erweiterbarkeit und Flexibilität eignet sich der Roboter perfekt für Hobby, Forschung, Schulen, Aus- und Weiterbildung und lädt zum selbstständigen Entwickeln und Erweitern ein.

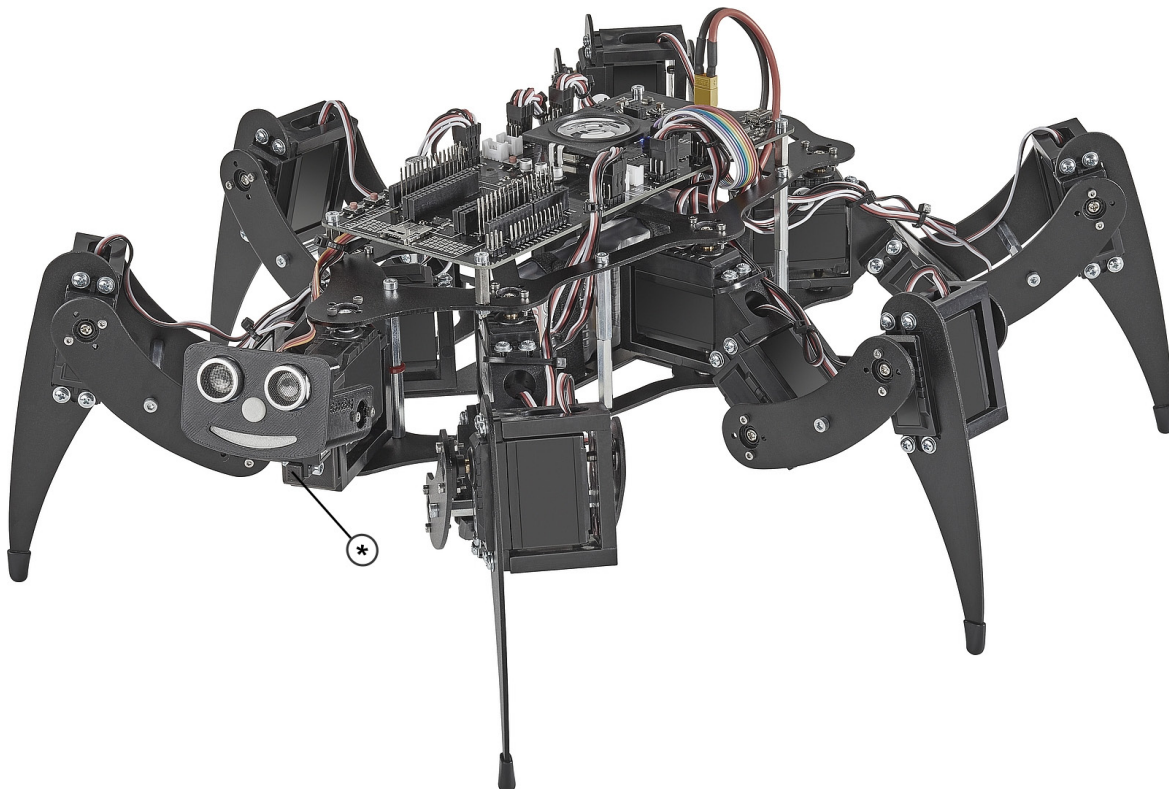


Bild 1

→ (\*) Nicht im Lieferumfang enthalten:

Die 3D-Druckdaten der Pan- & Tilt-Einheit sowie die benötigten Komponenten finden Sie auf der Internetseite zum Produkt. Zum Betrieb des Produkts ist außerdem ein Akku und ein passendes Ladegerät erforderlich.

## 6. Features

---

- Einfacher Aufbau
- Einfache Programmierung mit Arduino™ (Arduino™-Bibliothek verfügbar)
- Firmware basierend auf Arduino™
- Onboard Locomotion-Controller ATmega2560 zur Beinsteuerung (Arduino™ MEGA kompatibel)
- 18x Hochleistungs-Digitalservos mit Metallgetriebe, doppelt kugelgelagert
- Hochwertige Aluminium- und Kunststoffteile
- Beine doppelt kugelgelagert
- Steuerung über Gamepad (im Lieferumfang enthalten) und User-Board Kommandos
- Leicht zugängliche Anschlüsse für eigene Erweiterungen
- Serielle Datenverbindung zwischen User-Board und Locomotion-Controller
- Mit folgenden Zusatzboards kompatibel: Arduino, NodeMCU, SBC (z.B. Raspberry Pi)
- USB Programmier-Interface für Locomotion-Controller
- Lautsprecher mit Verstärker zur Tonausgabe
- MicroSD-Kartenleser
- Infrarot-Empfänger
- Frei verwendbare Taster
- Power-Management
- I²C Sseeed Grove Stecker für Erweiterungen
- Automatische Pegelanpassung für 5 V- und 3,3 V-User-Boards
- Vielseitig erweiterbar dank offener Bauweise und Open Source Software
- Komplettes Kit zum Aufbau des Roboters (Akkus, Batterien und Ladegerät nicht enthalten)

# 7. Sicherheitshinweise



**Lesen Sie sich die Bedienungsanleitung aufmerksam durch und beachten Sie insbesondere die Sicherheitshinweise. Falls Sie die Sicherheitshinweise und die Angaben zur sachgemäßen Handhabung in dieser Bedienungsanleitung nicht befolgen, übernehmen wir für dadurch resultierende Personen-/Sachschäden keine Haftung. Außerdem erlischt in solchen Fällen die Gewährleistung/Garantie.**

Sehr geehrte Kundin, sehr geehrter Kunde,

diese Sicherheitshinweise dienen nicht nur dem Schutz des Produkts, sondern auch Ihrer eigenen Sicherheit und der Sicherheit anderer Personen. Lesen Sie sich deshalb dieses Kapitel sehr aufmerksam durch, bevor Sie das Produkt in Betrieb nehmen!

- Das Produkt richtet sich an fortgeschrittene Anwender, die bereits Erfahrung mit Arduino und der Programmiersprache C/C++, in der Elektronik und beim Aufbau von mechanischen Bausätzen besitzen. Sollten Sie nicht über ausreichend Erfahrung verfügen, so wenden Sie sich bitte an einen erfahrenen Entwickler, einen umliegenden Maker-Club oder an unseren Support.
- Aus Sicherheits- und Zulassungsgründen ist das eigenmächtige Umbauen außerhalb der beschriebenen Möglichkeiten und/oder das Verändern des Produkts nicht gestattet.
- Das Produkt ist kein Spielzeug. Halten Sie es von Kindern und Haustieren fern.
- Lassen Sie das Verpackungsmaterial nicht achtlos liegen. Dieses könnte für Kinder zu einem gefährlichen Spielzeug werden.
- Schützen Sie das Produkt vor extremen Temperaturen, direktem Sonnenlicht, starken Erschütterungen, hoher Feuchtigkeit, Nässe, brennbaren Gasen, Dämpfen und Lösungsmitteln.
- Setzen Sie das Produkt keiner mechanischen Beanspruchung aus.
- Achten Sie beim Anschluss der Servos und anderer Komponenten sowie deren Anschlussleitungen auf einen sicheren Kontakt. Lose oder wackelige Steckverbinder können Störungen oder Schäden hervorrufen.
- Sollten Lötarbeiten erforderlich sein, so achten Sie unbedingt darauf, dass beim Löten keine Kurzschlüsse entstehen. Bevor Sie einen Lötvorgang durchführen, müssen alle Teile spannungsfrei sein.
- Achten Sie beim Einbau der Platine darauf, dass Bauteile oder Lötkontakte nicht mit metallischen Teilen in Berührung kommen und somit Kurzschlüsse entstehen. Dabei wird das Produkt beschädigt, Verlust von Gewährleistung/Garantie!
- Wenn kein sicherer Betrieb mehr möglich ist, nehmen Sie das Produkt außer Betrieb und schützen Sie es vor unbeabsichtigter Verwendung. Der sichere Betrieb ist nicht mehr gewährleistet, wenn das Produkt:
  - sichtbare Schäden aufweist,
  - nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert,
  - über einen längeren Zeitraum unter ungünstigen Umgebungsbedingungen gelagert wurde oder
  - erheblichen Transportbelastungen ausgesetzt wurde.
- Gehen Sie vorsichtig mit dem Produkt um. Durch Stöße, Schläge oder dem Fall aus bereits geringer Höhe wird es beschädigt.
- Wenden Sie sich an eine Fachkraft, wenn Sie Zweifel über die Arbeitsweise, die Sicherheit oder den Anschluss des Produktes haben.
- Lassen Sie Wartungs-, Anpassungs- und Reparaturarbeiten ausschließlich von einem Fachmann bzw. einer Fachwerkstatt durchführen.
- Sollten Sie noch Fragen haben, die in dieser Bedienungsanleitung nicht beantwortet werden, wenden Sie sich an unseren technischen Kundendienst oder an andere Fachleute.

## 8. Benötigtes Zubehör

---

- NiMH-Akku; 5zellig, min. 3700 mAh (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1784857)
- Ladegerät (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1413029 oder 1413030)
- Adapterkabel XT30 (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1785258)
- Batterien (2x AAA/Micro) (z.B. Conrad-Best.-Nr. 658010)
- Schraubensicherung (z.B. Conrad-Best.-Nr. 826389)
- Mini-USB Kabel (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1365369)

### Optional:

- Servo für Pan-Einheit \* (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1762878)
- Servo für Tilt-Einheit \* (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1762877)
- Arduino UNO (z.B. Conrad-Best.-Nr. 191789)
- NodeMCU (z.B. Conrad-Best.-Nr. 1613301)

—> \* Die Pan- & Tilt-Einheit ist die Kopfmechanik (siehe Bild 1) und kann optional auf einem 3D-Drucker ausgedruckt werden.

### Benötigtes Werkzeug und Material:

- Kleiner Seitenschneider (Elektronik-Seitenschneider)
- Schere
- Gabelschlüssel SW 5,5 mm
- Gabelschlüssel SW 4 mm
- Kreuzschraubendreher PH1
- Kreuzschraubendreher PH2
- Sechskant-Nuss 6 mm
- Innensechskantschlüssel 1,5 mm
- Innensechskantschlüssel 2,5 mm
- Schraubensicherung (mittelfest) z.B. LOCTITE® 243 (Conrad-Best.-Nr. 1370555)
- Anschlagwinkel 90° oder Lineal
- Arbeitsunterlage



## 9. Allgemeines

---

- Nehmen Sie sich für die Montage ausreichend Zeit. Durch zu große Eile werden oft Fehler gemacht, die Bauteile beschädigen können oder den Zeitvorteil durch aufwändige Nacharbeiten wieder zunichte machen.
- Der Arbeitsplatz sollte ausreichend groß und sauber sein, so dass sich die verschiedenen Bauteile und Baugruppen ohne Probleme ablegen und montieren lassen.
- Beachten Sie bei der Montage unbedingt die Bilder. Hier werden die Montageorte und die korrekte Ausrichtung der Bauteile gezeigt.
- Alle mechanischen Komponenten des Bausatzes sind sehr genau gefertigt. Wenden Sie bei der Montage keinesfalls Gewalt an. Alle Teile lassen sich ohne größeren Kraftaufwand zusammenfügen. Sollte dies einmal nicht der Fall sein, überdenken Sie den Montageschritt nochmals und lesen Sie die entsprechende Beschreibung in dieser Anleitung erneut durch.
- Achten Sie beim Festziehen der Schrauben darauf, diese nicht zu fest anzuziehen. Dies kann zur Beschädigung der Kunststoffteile führen, Verlust von Gewährleistung/Garantie!
- Die Schrauben werden bereits vorsortiert in kleinen Tütchen mitgeliefert. Diese können Sie vor der Montage bereits öffnen und sortenrein auf den Arbeitstisch auflegen. Dies erleichtert den Zusammenbau, da Sie dann nicht nach einzelnen Schrauben suchen müssen.
- Im Lieferumfang sind einige Schrauben, Muttern und andere Kleinteile in größerer Stückzahl enthalten als nötig. Diese dienen als Ersatz, falls bei der Montage z.B. eine Schraube o.ä. verloren geht.
- Die Pan- & Tilt-Einheit ist die Kopfmechanik (siehe Bild 1) und kann optional auf einem 3D Drucker ausgedruckt werden. Die Daten hierzu finden Sie als Download auf der Internetseite zum Produkt (so wie alle anderen verfügbaren Downloads).
- Der Locomotion-Controller befindet sich unter dem Lautsprecher. Er ist für die Beinsteuerung zuständig und wird über den Mini-USB Anschluss programmiert. Machen Sie sich auch mit der Platine und Ihren Anschlüssen vertraut. Eine Übersicht der Platine finden Sie im Kapitel 19 in Bild 79.

# 10. Vorbereitende Arbeiten

→ Bevor es an den Zusammenbau des Roboters geht, werden einige Teile vorbereitet. So geht der eigentliche Zusammenbau einfacher und schneller.

## a) Anwendung des Schraubensicherungslacks

In der folgenden Anleitung sollten einige Schrauben optional mit Schraubensicherung gesichert werden. Hierauf wird im Text entsprechend hingewiesen. Wir empfehlen, die Schraubensicherung erst nachträglich aufzubringen, nachdem der Roboter fertig aufgebaut und kalibriert wurde. Danach werden die zu sichernden Schrauben nochmals entfernt und mit Sicherungslack versehen. Es kann beim Zusammenbauen und der Kalibrierung der Beine vorkommen, dass diese nochmals zu Einstellarbeiten gelöst werden müssen.

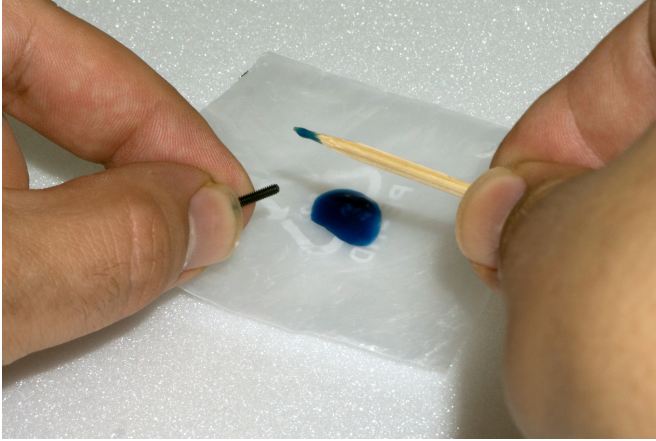


Bild 2

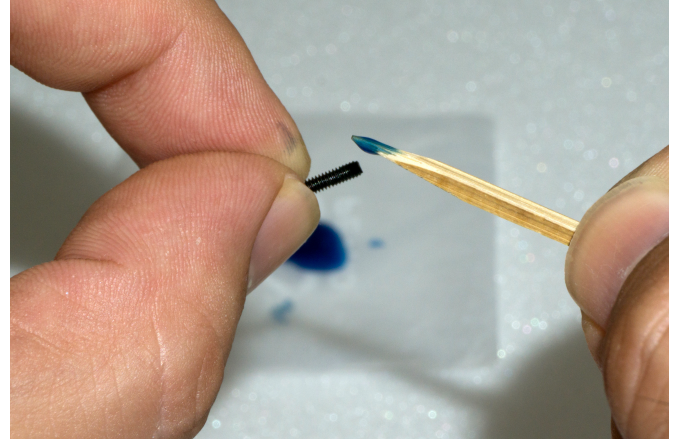


Bild 3

Am einfachsten erfolgt das Aufbringen des Schraubensicherungsklebers, indem man einen größeren Tropfen der Schraubensicherung auf eine Unterlage aufbringt (z.B. Schraubenbeutel). Mit Hilfe eines Zahnstochers oder eines kleinen Schraubendrehers kann die Schraubensicherung dosiert auf das Gewinde aufgebracht werden. Verwenden Sie nicht zuviel Schraubensicherung, ein kleiner Tropfen reicht völlig aus.

## b) Kugellager und Zylinderstifte

Die Bein-Servos werden durch Kugellager mit eingepressten Zylinderstiften zusätzlich stabilisiert. Die Servos werden dadurch mechanisch deutlich entlastet und die Lebensdauer der Servos wird dadurch deutlich erhöht. Die Kugellager werden bereits fertig vormontiert mitgeliefert. Sollte sich beim Zusammenbau ein Stift aus dem Kugellager drücken, so kann dieser wieder zurückgedrückt werden. Sollte der Stift nicht mehr fest im Kugellager sitzen, können Sie das Problem mit einem kleinen Kniff lösen.

Kerben Sie den Stift an der Stelle, wo er im Kugellager sitzt, mit einem Seitenschneider ein, siehe Bild 4.



Bild 4

Drücken Sie dann den Stift wieder in das Kugellager (ggf. mit einem kleinen Hammer vorsichtig hineinklopfen).

Im Bild 5 sehen Sie das Kugellager mit dem Zylinderstift.

→ Bräunliche Spuren am Kugellager sind kein Rost! Es handelt sich um Fett und Kleber, welches beim Zusammenbau der beiden Komponenten in der Fertigung verwendet wird. Sie können diese Reste einfach mit Alkohol (Spiritus) entfernen.



Bild 5

## c) Stromversorgung

Bereits für den Zusammenbau des Robobug benötigen Sie den Akku zur Stromversorgung, um in den nächsten Arbeitsschritten die Bein-Servos in die Mittelstellung zu fahren, die Beine ausrichten zu können und später die Firmware, die für das Laufen des Roboter zuständig ist, aufzuspielen. Zu all diesen Arbeiten benötigt der Robobug eine Stromversorgung.

Für einen sicheren und störungsfreien Betrieb des Robobug ist die richtige Stromversorgung entscheidend. Der Robobug ist für einen NiMH-Akku mit 5 Zellen und einer Kapazität zwischen 3500 - 5000 mAh ausgelegt.

Wir empfehlen den optional erhältlichen Akku zu verwenden. Dieser kann direkt ohne Lötarbeiten mit dem Robobug verwendet werden.

### Eigenen Akku vorbereiten

Dem Lieferumfang des „Hexapod Robobug“-Komplettset liegt ein Akkustecker vom Typ XT30 bei. Dieser wird an den von Ihnen ausgewählten Akku angelötet. Die Kabellänge zwischen Akku und Stecker darf 20 cm nicht überschreiten! Als Anschlusskabel empfehlen wir, eine hochflexible Silikonleitung mit einem Querschnitt zwischen 2 und 2,5 mm<sup>2</sup> zu verwenden.

Achten Sie auf die Polung (Plus/+ und Minus/-), außerdem darf beim Anlöten kein Kurzschluss verursacht werden.



Akkus können im Kurzschlussfall sehr viel Strom abgeben, was zu Verbrennungen und Brandschäden sowie zu gefährlichen Verletzungen führen kann. Außerdem ist eine Explosion des Akkus möglich!

Der fertig konfektionierte Akku wird mit einem Akkuschrumpfschlauch versehen. So sieht der Akku am Ende der Lötarbeiten sauber aus und stellt keine Kurzschlussgefahr da.

In Bild 7 können Sie sehen, wie der Akku am fertig aufgebauten Robobug angesteckt wird. Der Stecker ist verpolungssicher und kann somit nicht verkehrt aufgesteckt werden.

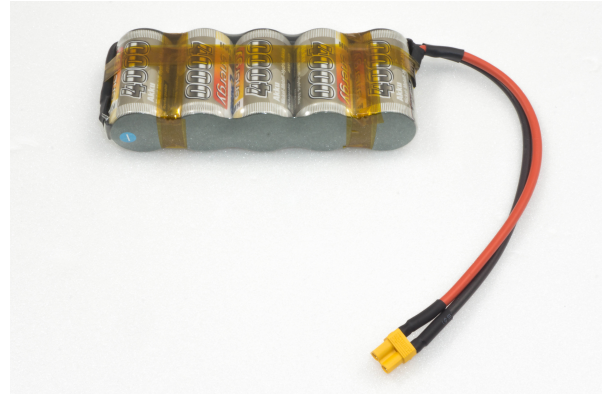


Bild 6

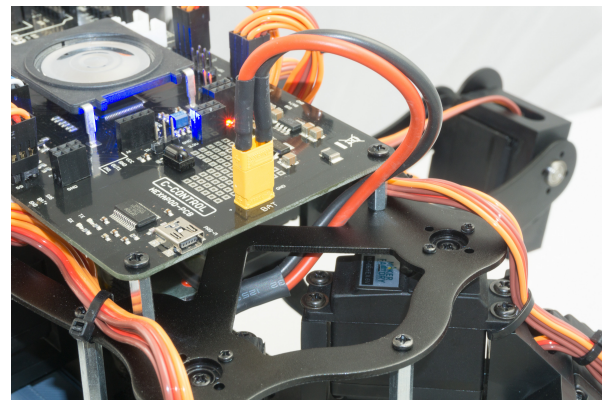


Bild 7

## d) Installation der Software und Firmware

Die für den „Hexapod Robobug“ benötigten Softwarepakete, die Firmware und Tools stehen online als Download-Paket bereit. Dieses Paket wird regelmäßig aktualisiert und erweitert. Prüfen Sie daher gelegentlich, ob evtl. eine neue Version oder nützliche Erweiterungen zur Verfügung stehen.

Öffnen Sie Ihren Webbrowser und navigieren Sie entweder über unsere Shop-Website [www.conrad.com](http://www.conrad.com) auf die Produktseite des „Hexapod Robobug“-Komplettsets, oder besuchen Sie direkt unser Download-Center [www.conrad.com/downloads](http://www.conrad.com/downloads).

Laden Sie sich hier das Paket „001664151-up-01-en-DOWNLOAD\_BUNDLE\_Vx\_x“ herunter (x\_x bezeichnet hier die Version des Pakets). Die höchste Versionsnummer entspricht der neusten Version! Entpacken Sie die heruntergeladene ZIP-Datei auf Ihrer Festplatte.

### Hier noch eine kurze Erklärung zu den enthalten Ordnern:

„Arduino“	Hier ist eine Textdatei mit dem Download-Link für die Software Arduino™ IDE enthalten. Diese wird z.B. benötigt, um die Firmware ohne Updater aufzuspielen.
„Datasheets“	Datenblätter und Skizzen
„Driver“	Treiber für den FTDI USB-Chip
„Library-Demos“	Enthält die Arduino Library, Demos und die Locomotion-Firmware als ZIP-File. Wird in der Arduino IDE installiert werden.
„Schematic“	Schaltplan des Hexapod-Roboter-Boards als PDF-Datei
„Terminal“	Kalibriersoftware, um den Hexapod einzustellen

# 11. Übertragen der Firmware

Bei Auslieferung ist auf dem Hexapod-Roboter-Board keine Firmware installiert. Die Firmware muss bei der Erstinbetriebnahme zunächst übertragen werden. Dies erfolgt über die Arduino IDE.

Die nachfolgende Beschreibung zeigt Ihnen die Vorgehensweise zum Übertragen der Firmware. In den weiteren Kapiteln werden Sie unterschiedliche Programme auf das Hexapod-Roboter-Board übertragen. Der Vorgang ist bis auf die Auswahl des jeweiligen Programms identisch.

→ Beim Übertragen der Firmware muss das Hexapod-Roboter-Board mit der Stromversorgung (Akku) verbunden sein! Achten Sie darauf, dass der Akku voll geladen ist, bevor Sie die Firmware oder Programme übertragen.

## a) Treiber installieren

Verbinden Sie den „PRG-M“-Anschluss des Hexapod-Roboter-Boards mit einem freien USB-Anschluss Ihres Computers. Windows wird nun versuchen, einen neuen Treiber zu installieren. Im Regelfall wird Windows die Treiber automatisch aus dem Internet herunterladen und installieren, da der Treiber für den verwendeten „FTDI“-USB-Brückenchip im Windows-Treiberdownload verfügbar ist (der Computer muss hierfür mit dem Internet verbunden sein).

Sollte diese Methode nicht funktionieren, verweisen Sie bei der Installation manuell auf den Treiber. Der Treiber befindet sich im entpackten Download-Bundle, im Verzeichnis „Driver“.

Kontrollieren Sie nach der Installation des Treibers im Gerätemanager, ob der Treiber für das Hexapod-Roboter-Board installiert wurde und welche COM-Port-Nummer zugeteilt wurde. Wählen Sie diese dann in der Arduino IDE aus.

Die Treiber können Sie auch direkt unter <http://www.ftdichip.com> herunterladen.

## b) Arduino IDE installieren

Laden Sie sich die neueste Version der Arduino IDE unter [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) herunter. Es gibt die Arduino IDE als „Installer-Version“ und als „ZIP-Archiv“. Beide Versionen können verwendet werden.

Bei der Installer-Version installieren Sie die Arduino IDE wie auch von anderen Programmen gewohnt. Bei der ZIP-Version müssen Sie nach dem Download das ZIP-Archiv an die gewünschte Stelle auf Ihrem Computer entpacken. Danach starten Sie das Programm mit einem Doppelklick auf die Datei „arduino.exe“.

→ Der aktuelle Stand der Firmware wurde mit der Arduino Version 1.8.3 entwickelt. Sollte es bei neueren Versionen Probleme geben, laden Sie unter [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) eine ältere Version der Arduino IDE herunter und übertragen Sie die Firmware damit.

Machen Sie sich auch mit der Platine und Ihren Anschlüssen vertraut. Eine Übersicht der Platine finden Sie im Kapitel 19 Abbildung 79.

## c) Arduino IDE einrichten

Starten Sie die Arduino IDE und folgen Sie den Anweisungen dieser Bedienungsanleitung.

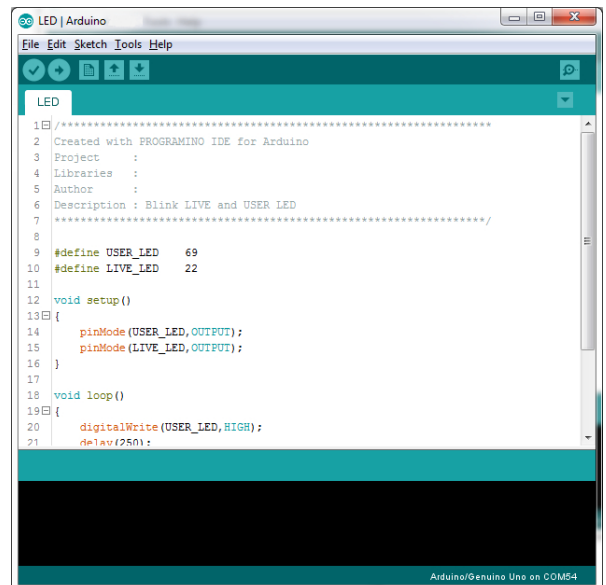


Bild 8

Installieren Sie nun die Hexapod Bibliothek. Diese befindet sich im Download-Bundle unter „\Library-Demos\Maker-Factory-Hexapod-V1.1.zip“. Wählen Sie dazu in der Arduino IDE den Menüpunkt „Sketch\Include Library\Add .ZIP Library...“ aus.

→ Sollten Sie später einmal ein Update der Bibliothek durchführen, so müssen Sie die alte Bibliothek zuvor löschen, da sonst die Arduino IDE einen Fehler meldet!

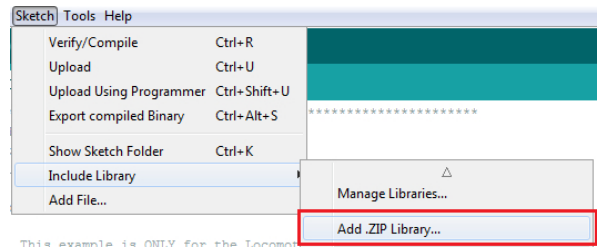


Bild 9

Nachdem Sie die Bibliothek installiert haben, finden Sie im Menüpunkt „\File\Examples\Maker-Factory-Hexapod-Vx.x“ zwei Ordner mit den Namen „Locomotion“ und „User-Boards“ vor.

Der Ordner „Locomotion“ enthält Programme für den Locomotion-Controller, der auf dem Hexapod-Roboter-Board fest verbaut ist und für das Laufen zuständig ist.

Der Ordner „User-Boards“ enthält Programme für die Arduino-kompatiblen User-Boards wie Arduino UNO und NodeMCU.

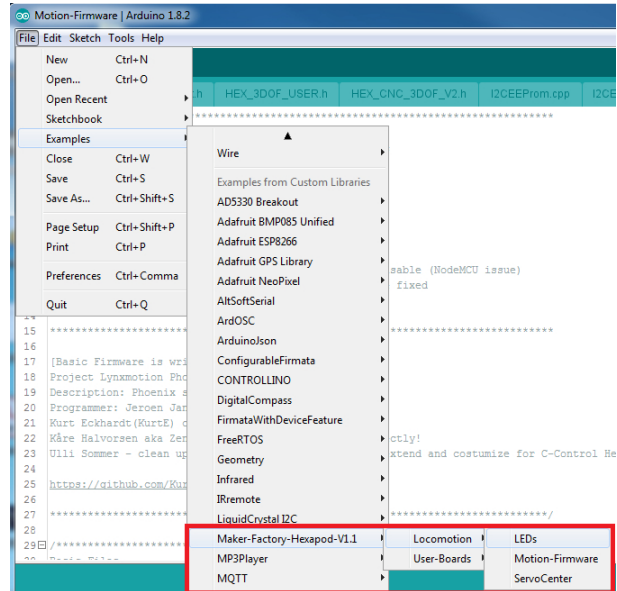


Bild 10

Wählen Sie den verwendeten Mikrocontroller unter dem Menüpunkt „Tools\Board\Arduino/Genuino Mega“ aus.

Der Locomotion-Controller ist mit dem Arduino Mega 2560 kompatibel.

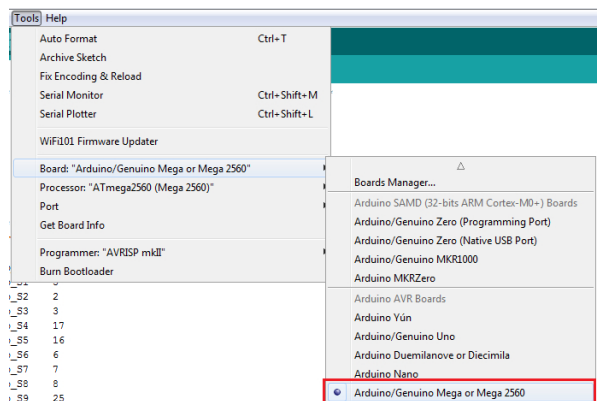


Bild 11

Wählen Sie den COM-Port unter „Tools\Port“ aus, der dem Hexapod-Roboter-Board bei der Treiberinstallation zugewiesen wurde.

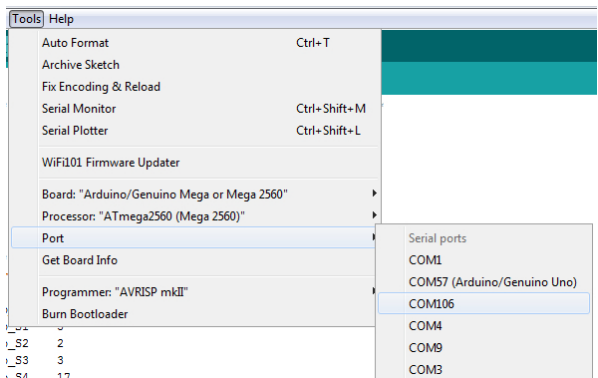


Bild 12

Um zu testen, ob alles funktioniert, übertragen Sie das Beispielprogramm „User-Board\Locomotion\LEDs“. Das Programm lässt nach erfolgreicher Übertragung die blaue „LIVE-LED“ und rote „USER-LED“ abwechselnd blinken.

→ Zur Übertragung der Programme muss der Akku am Hexapod Roboter-Board angesteckt sein!

Nach der Auswahl des „LEDs“-Programms (in Arduino auch Sketch genannt) öffnet sich ein neues Arduino IDE Fenster mit dem „LEDs“ Sketch.

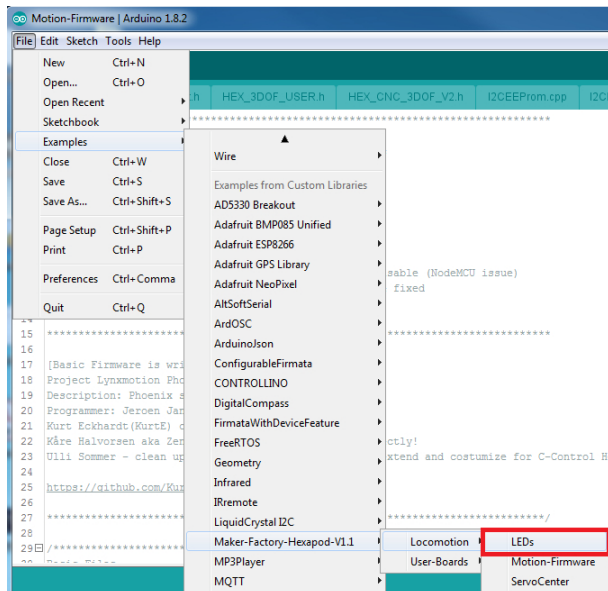


Bild 13

Mit dem „Pfeil nach rechts“-Symbol (siehe Bild 14) im Menü übertragen Sie das Programm auf das Hexapod Roboter-Board. Alternativ können Sie auch den Shortcut „CTRL+U“ verwenden.



Bild 14

Dieser Vorgang gilt für alle zu übertragenden Programme (in der Arduino IDE als Sketches bezeichnet), die für den Locomotion-Controller bestimmt sind. Für die Beispiele der User-Boards ändern Sie nur das verwendete User-Board, das zum Einsatz kommt, und den „COM-Port“.

→ Bitte lesen Sie den jeweiligen Anfangskommentar im Quellcode der Beispiele (Examples) vor dem Übertragen durch. Dieser enthält wichtige Informationen zum Programm!

Sollte die Übertragung nicht klappen, so überprüfen Sie Ihre Einstellungen für Board und Anschluss und prüfen Sie zudem, ob das Board richtig im Gerätemanager eingetragen und installiert wurde und die Stromversorgung angeschlossen ist.

Hier finden Sie weitere Information zur Installation der Arduino IDE: <http://arduino.cc/en/Guide/Windows>

Lassen Sie das Board für den nächsten Arbeitsschritt angesteckt, da Sie in diesem Schritt die Bein-Servos auf Mittenstellung bringen müssen.

## 12. Bein-Servos für den Einbau vorbereiten

Bevor Sie die Bein-Servos verbauen, müssen Sie diese in die Mittelstellung bringen. Dies bedeutet, die Servos mit Hilfe des Hexapod Roboter-Boards und dem Programm „ServoCenter“ in die mechanische Mittelstellung zu fahren. Dies ist die Ausgangsposition zur Montage.

Packen Sie zunächst alle 18 Servos aus; richten Sie dann alle Anschlusskabel gerade aus.

Anschlussbelegung:

Beschriftung Bild 15	Bedeutung	Beschriftung Platine
P	Steuerimpuls	SIG
+	Pluspol/+	BAT
-	Minuspol/-	GND

Übertragen Sie zum Einstellen der Bein-Servos das Programm „ServoCenter“ (zu finden im Verzeichnis „Locomotion“) auf das Hexapod Roboter-Board. Das Programm lässt die Servos „S0“ bis „S17“ automatisch in die Mittelstellung fahren.

Schließen Sie die Servos an den Stiftleisten wie in der Abbildung an (achten Sie auf die Polung!). Es werden alle Servoanschlüsse (S0 bis S17) des Roboter-Boards mit einer Pulsbreite von 1500  $\mu$ s angesteuert.

Sie müssen an dieser Stelle noch nicht alle 18 Servos gleichzeitig am Hexapod Roboter-Board anstecken. In der Praxis hat sich bewährt, dass es deutlich einfacher und schneller ist, nur einen Anschluss (z.B. S0) zu verwenden und dann ein Servo nach dem anderen in Mittelstellung zu fahren.

Die braune Ader des Servokabels zeigt zum Platinenrand. Die Platine ist zudem mit SIG (Impuls), BAT+ (+), GND (-) beschriftet.

→ Für diesen Vorgang muss der Akku angeschlossen sein!

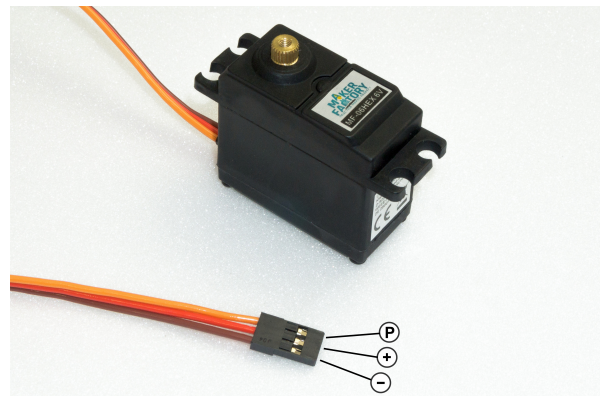


Bild 15

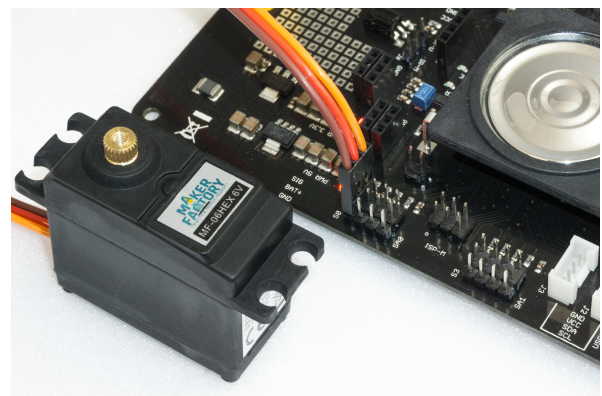


Bild 16

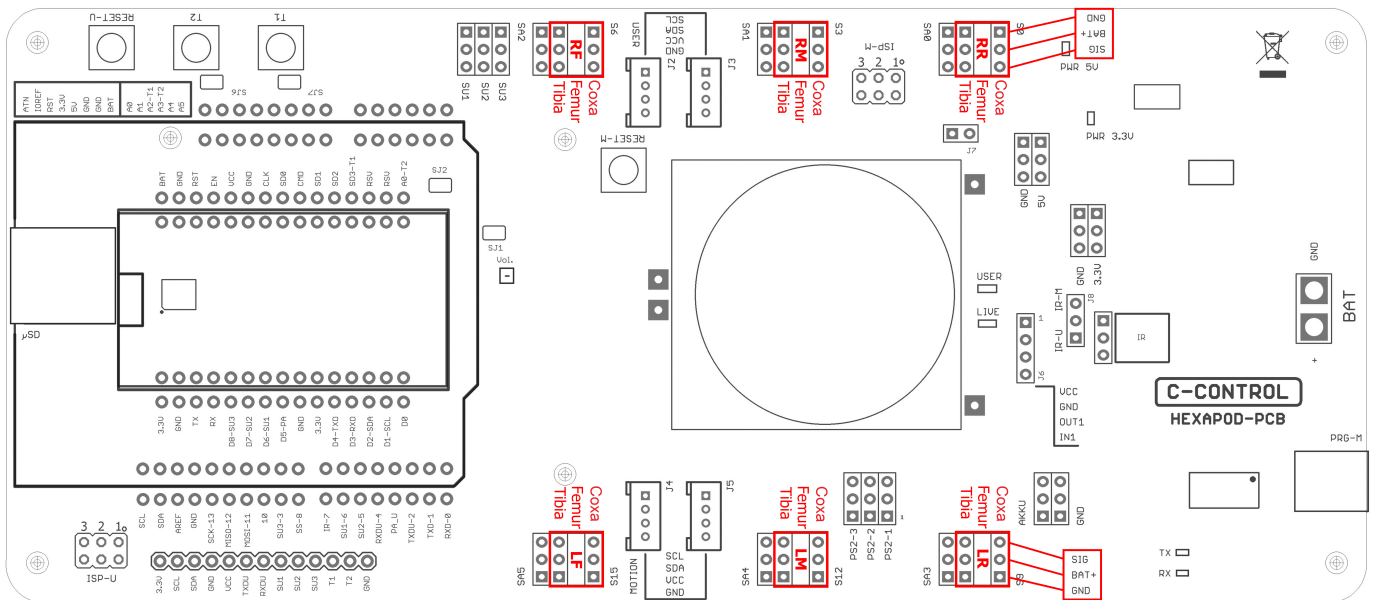


Bild 17

In Bild 17 können Sie erkennen, an welchen Stiftleisten die Servos angeschlossen werden.

→ Die Pinleiste mit der Beschriftung SA0 bis SA5 führen kein Steuersignal. Dieser Anschluss bleibt unbelegt und kann später für eigene Erweiterungen wie z.B. Beinkontaktsensor verwendet werden.

Die Gelenkangaben sind anatomisch in lateinischer Bezeichnung angegeben und haben folgende Bedeutung:

- Coxa = Hüfte
- Femur = Oberschenkel
- Tibia = Bein

Die Anschlüsse sind in Bild 17 zudem mit dem Beinamen als Kürzel angegeben:

- RR = Bein rechts hinten („Right Rear“)
- RM = Bein rechts Mitte („Right Middle“)
- RF = Bein rechts vorne („Right Front“)
- LR = Bein links hinten („Left Rear“)
- LM = Bein links Mitte („Left Middle“)
- LF = Bein links vorne („Left Front“)

→ Belassen Sie das Programm auf dem Hexapod-Roboter-Board, bis der Roboter fertig zusammengebaut ist. Sollten Sie beim Zusammenbau aus Versehen ein Servo mechanisch verdrehen, so können Sie dieses wieder anstecken und ausrichten.

Wird das Servo beim Einbau aus der Mittelstellung gedreht, wirkt sich dies negativ auf die Laufeigenschaften aus. Außerdem kann dies das Servo und die Mechanik beschädigen.

Trennen Sie das Roboter-Board von der Stromversorgung, wenn Sie es längere Zeit nicht benutzen, um versehentliche Kurzschlüsse zu vermeiden!



## Funktionsbeschreibung eines Servos

Servos besitzen eine Elektronik, einen Motor und ein Potentiometer.

Das Potentiometer greift die mechanische Position des Servos ab und leitet diese an die Servo-Elektronik weiter.

Die Elektronik im Servo vergleicht die vorgegebene Stellung (Sollwert, in unserem Fall die Pulsbreite gegeben vom Locomotion-Controller) mit der Pulsbreite der Servo-Elektronik (eingestellt über das Potentiometer, Istwert).

Ist eine Differenz zwischen den beiden Pulsbreiten vorhanden, so regelt die Servo-Elektronik den Motor auf die Sollposition.

Die Grafik veranschaulicht das Puls/Pausenverhältnis wie es zur Ansteuerung eines Servos nötig ist. In diesem Fall hat der Puls eine Länge von  $1,5 \text{ ms} = 1500 \mu\text{s}$ , was der Mittelstellung des Servos entspricht.

Ein Servo bekommt als Steuersignal einen positiven Impuls mit einer Pulsbreite zwischen  $500 \mu\text{s}$  ( $0,5 \text{ ms}$ ) und  $2500 \mu\text{s}$  ( $2,5 \text{ ms}$ ). Die gesamte Periodenlänge des Steuersignals beträgt  $20 \text{ ms}$ .

Bei der Mittelstellung des Servos beträgt eine Pulsbreite  $1500 \mu\text{s}$  ( $1,5 \text{ ms}$ ).

Wird die Pulsbreite kleiner als  $1,5 \text{ ms}$ , so dreht das Servo in die eine Richtung. Wird die Pulsbreite größer als  $1,5 \text{ ms}$ , so dreht es in die andere Richtung. Der Drehwinkel ist dabei proportional zur Pulsbreite, d.h. je länger oder kürzer der Puls, desto mehr oder weniger dreht das Servo in die entsprechende Richtung.

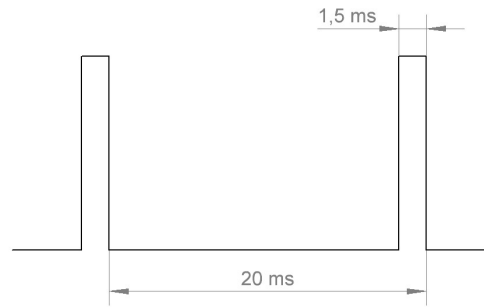


Bild 18

# 13. Zusammenbau der mechanischen Teile

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen den mechanischen Zusammenbau.



### Vorsicht!

Achten Sie beim Anziehen der Kunststoffschrauben darauf, dass diese nicht zu fest in den Kunststoff eingedreht werden und dass die Kunststoffhalter nicht beschädigt werden!

Wenn Sie eine Schraube aus einem Kunststoffteil heraus- und danach wieder eindrehen, drehen Sie die Schraube erst gegen den Uhrzeigersinn bis Sie merken dass die Schraube „rastet“. An diesem Punkt ist die Schraube im vorhandenen Gewindegang „ingerastet“. Die Schraube lässt sich dann in das bereits beim ersten Eindrehen entstandene Gewinde leicht eindrehen. Wird die selbstschneidende Kunststoffschraube ohne diese Methode eingedreht, kann es passieren dass ein neuer Gewindegang entsteht. Dadurch wird das Material geschwächt und die Zugfestigkeit sowie der Halt sind nicht mehr gewährleistet.

## a) Servos montieren

Montieren Sie die Servos wie in den nachfolgenden Abbildungen. Sie benötigen jeweils 3 linke und 3 rechte Beinpaare.

Die meisten Aluminiumteile haben fertigungsbedingt (Stanzvorgang) eine leicht abgerundete Seite. Sie können die Teile beim Aufbau in beiden Richtungen verwenden. Die jeweils schönere Seite sollte nach vorn in Laufrichtung zeigen. Die abgerundete Seite von Ober- und Unterplatte sollte jeweils in die gleiche Richtung (oben oder unten) zeigen.

**Benötigtes Werkzeug:** 1x Schraubendreher Kreuz PH2

Die Schrauben sind im Kit sortenrein in Kunststofftüten abgepackt. In Bild 19 sehen Sie die Schraubenart, die für die Servo-Montage verwendet wird.

Die Beine müssen insgesamt 6x aufgebaut werden (3 linke und 3 rechte).



Bild 19

Bild 20 veranschaulicht ein Bein des Robobugs. Die Beinelemente werden mit „Coxa“, „Femur“ und „Tibia“ bezeichnet.

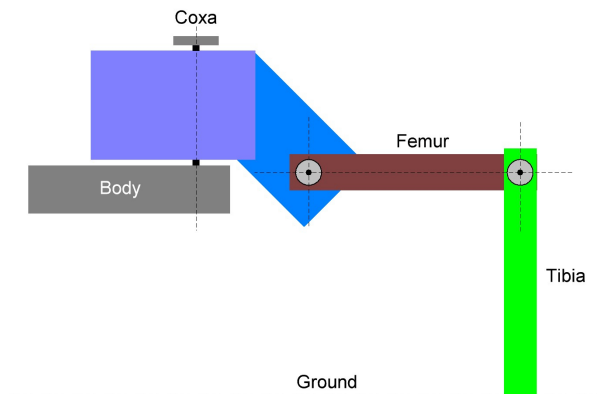


Bild 20

Legen Sie den Servo in den Kunststoff-U-Winkel und darauf das Aluminium-Bein (auf linkes und rechtes Bein und die runde Kante achten).

Das Kabel des Servos wird durch die ovale Öffnung im U-Winkel geschoben.

Verschrauben Sie das Bein mit vier Kunststoff-Schrauben.

Richten Sie die Teile beim zusammenschrauben so aus, das diese mittig im U-Winkel sitzen, die Aluminium-Beine am Servo anliegen und nichts verspannt oder verzogen ist. Gegebenfalls lösen Sie die Schrauben wieder ein Stück, um die Mechanik zu entspannen und ziehen die Schrauben danach vorsichtig über Kreuz an.



Bild 21

Der Coxa- Femur-Servohalter muss insgesamt 6x aufgebaut werden (jeweils 3 linke und 3 rechte).

Stecken Sie dazu erst einen Servo in den Halter und verschrauben diesen. Erst dann wird der zweite eingesteckt und verschraubt.

Das Servo-Kabel des Coxa-Servos wird durch die runde Öffnung nach oben hin eingeschoben und das Servo-Kabel für das Femur-Servo wie bei der Montage der U-Winkel durch die ovale große Öffnung.

Verschrauben Sie die Servos mit je vier Kunststoff-Schrauben.

Richten Sie die Servos beim Zusammenschrauben so aus, dass diese mittig im Kunststoffhalter sitzen und nicht verspannt sind. Gegebenfalls lösen Sie die Schrauben wieder ein Stück, um die Mechanik zu entspannen und ziehen Sie die Schrauben danach vorsichtig über Kreuz an.



Bild 22



Bild 23

## b) Lager montieren

**Benötigtes Werkzeug:** 10 mm Sechskant-Nuss (aus einem Steckschlüsselsatz) oder vergleichbares Werkzeug als Hilfsmittel zur Lager-Montage

Drücken Sie die Lager wie in den folgenden Abbildungen gezeigt in die Aluminiumteile ein. Hier kann ein Sechskant Steckschlüssel oder ein vergleichbares Hilfsmittel hilfreich sein. Wenden Sie keine grobe Gewalt an, dies kann die Bodenplatte und die Kugellager beschädigen! Vermeiden Sie das Verkanten, mit etwas Gefühl lassen sich die Lager ohne großen Widerstand eindrücken.

→ Achten Sie darauf, dass der Rand des Lagers bündig am Aluminiumteil anliegt.

Sollte sich ein Lager nicht eindrücken lassen, so kann ein überstehender Grat oder zuviel Lack die Ursache sein. Sie können die Bohrung mit einem Messer (z.B. Cuttermesser für Tapeten oder Fußböden) oder mit einer Feile leicht nachbearbeiten. Sollte dabei die Bohrung zu groß geworden sein, kann das Lager mit einen kleinen Tropfen Kleber am Flansch des Lagers (z.B. Uhu® Endfest oder vergleichbar) eingeklebt werden.

Die Lager können sich evtl. beim finalen Zusammenbau durch ungleichmäßiges Einpressen der Zylinderstifte in die Kunststoffhalter lösen. Dies ist jedoch nicht weiter schlimm, denn die Stifte können leicht wieder in die vorhergesehene Bohrung zurückgedrückt werden.

Das Festkleben sollte die letzte Lösung sein. Die Lager klemmen für den Betrieb des Roboters auch ohne Kleber genügend stark in den Bohrungen.

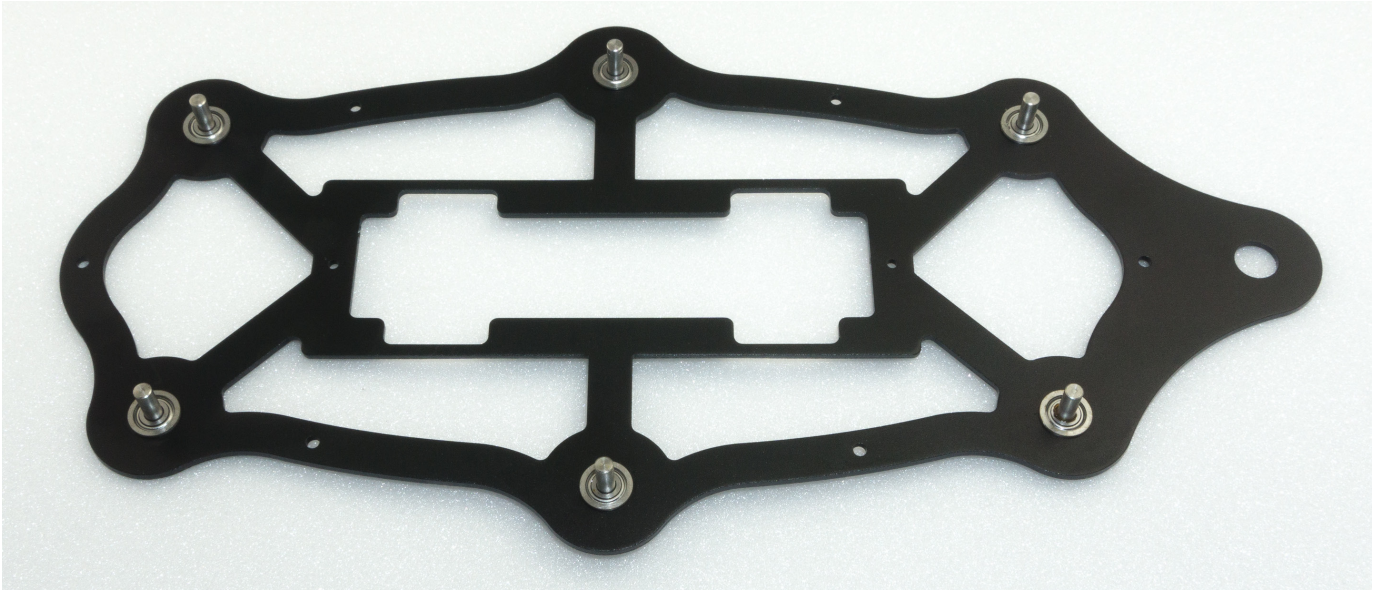


Bild 24

→ Die Abbildung 24 zeigt die Unterplatte von oben!

Bild 25 zeigt, wie Sie die Lager in die Bodenplatte mit Hilfe der Femur-Aluminiumteile als Unterlage eindrücken können.

Der Sechskantschlüssel muss dabei auf den Lagerrand drücken. Das Abkleben der Aluminiumteile mit Malertape schützt vor Verkratzen. Als Unterlage können auch andere Teile, die in der Hobbywerkstatt zu finden sind, verwendet werden.

→ Verwenden Sie kein Klebeband, das nicht rückstandsfrei wieder entfernt werden kann.

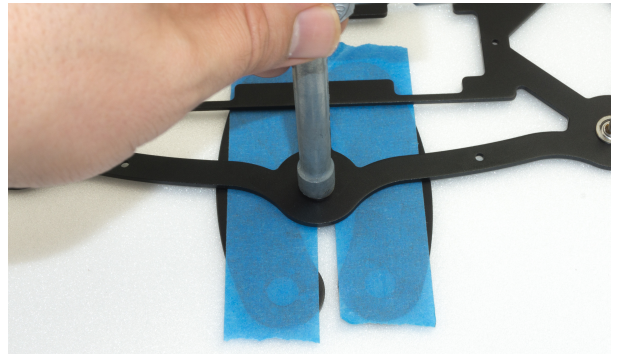


Bild 25

Das Femur-Gegenlager muss insgesamt 6x aufgebaut werden.

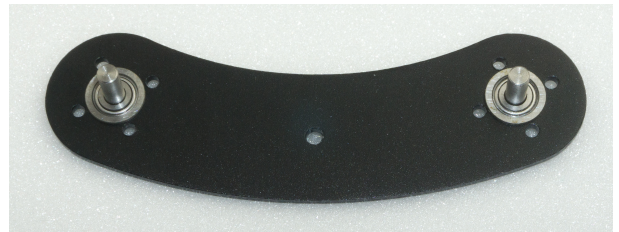


Bild 26

Bild 27 zeigt, wie Sie das Lager in das Aluminiumteil mit der Hand eindrücken können. Mit einem beherzten Druck sollte das Lager in die vorgesehene Bohrung einrasten.



Bild 27

Achten Sie darauf, dass der Rand des Lagers bündig am Aluminiumteil anliegt.



Bild 28

### c) Servo-Scheiben montieren

Montieren Sie die Servo-Scheiben wie in den folgenden Abbildungen beschrieben. Verwenden Sie für jede Servo-Scheibe zwei Schrauben M2 + Mutter. Die anderen Löcher bleiben frei!



Diese Schrauben (alle M2) werden bereits jetzt mit Schraubensicherung versehen.

**Benötigtes Werkzeug:** Kreuz-Schraubendreher PH1  
Kleine Flachzange oder Schlüssel für Mutter M2 (SW4)  
Schraubensicherung (mittelfest)

#### Montage der Servo-Scheiben an der Oberplatte:

→ Bild 29 zeigt die Oberplatte von oben!

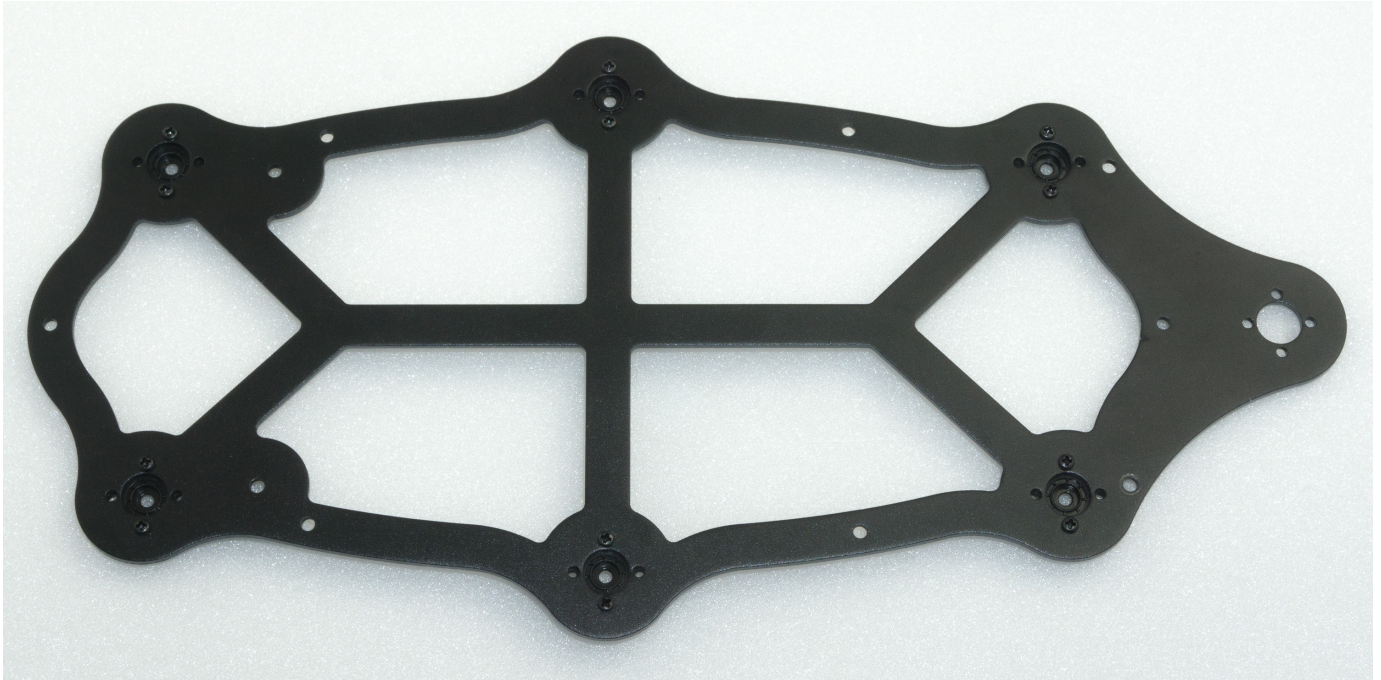


Bild 29

→ Bild 30 zeigt die Oberplatte von unten!

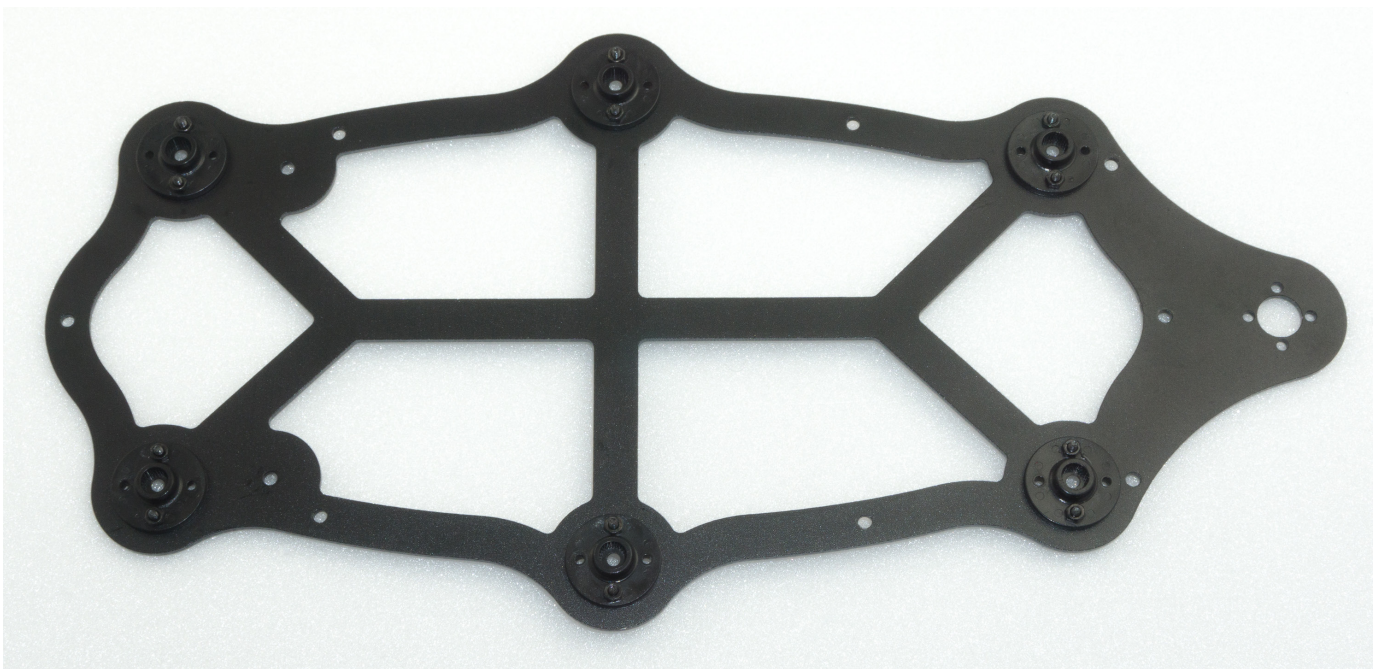


Bild 30

Die Femur-Servoaufnahme muss insgesamt 6x aufgebaut werden.



**Bild 31**



**Bild 32**

#### d) Abstandshalter montieren

Als nächstes schrauben Sie die Abstandshalter (30 mm Länge) für die Beine, Ober- und Bodenplatte wie in Bild 33 zusammen.

Es werden insgesamt 12 zusammengeschraubte Abstandshalter benötigt.

**Benötigtes Werkzeug:** 2x Gabelschlüssel SW 5,5mm



Bild 33

Montieren Sie danach an jedem Femur-Gegenlager einen zusammengeschraubten Abstandshalter. Stecken Sie dazu die Gewindeseite durch das Gegenlager und fixieren Sie diese mit einer M3-Mutter. Es reicht zunächst, wenn die Abstandshalter nur handfest angezogen werden.

Ziehen Sie diese Schrauben erst nach dem fertigen Aufbau fest an. So haben Sie beim Aufbau noch die Möglichkeit, alles leicht zu justieren.



Bild 34

Dasselbe führen Sie bei der Bodenplatte durch.

→ Bild 35 zeigt die Unterplatte von oben!

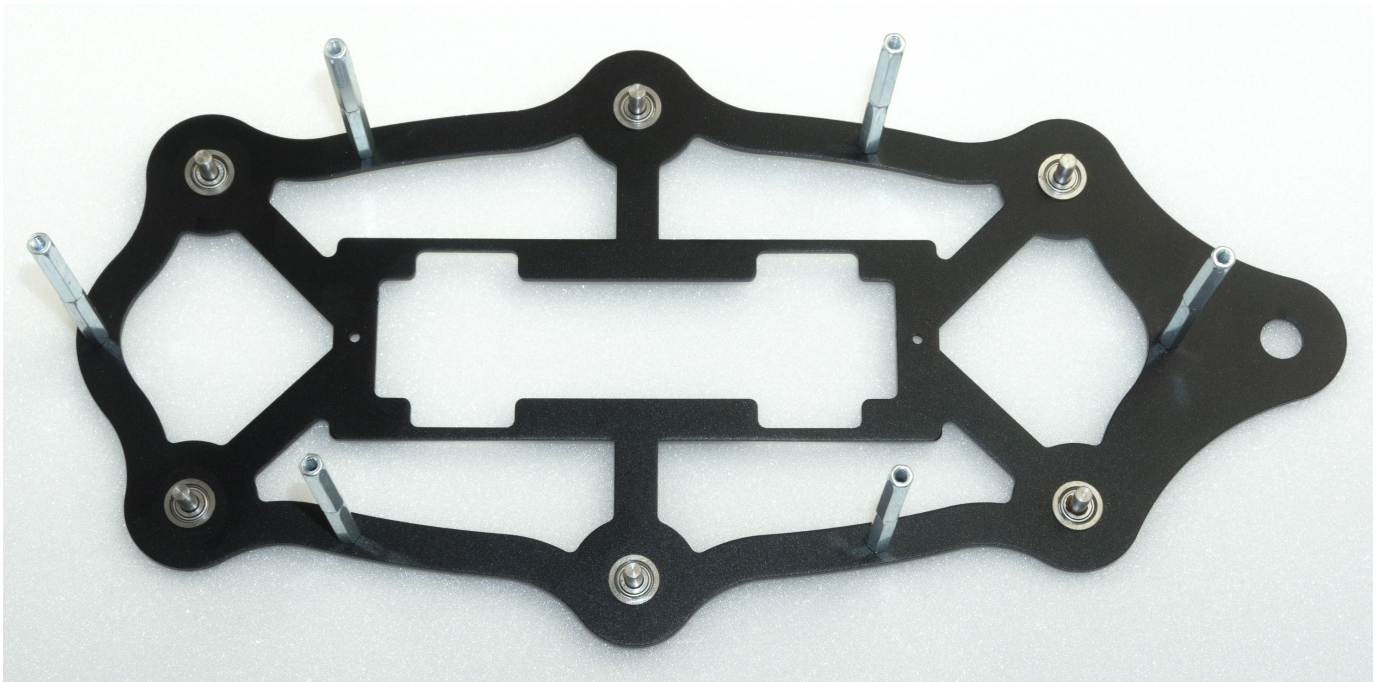


Bild 35



### e) Servos an der Oberplatte montieren

Montieren Sie die Servos mit den M3-Schrauben (M3 x 6 mm, großer Kopfdurchmesser) wie in Bild 36 gezeigt.

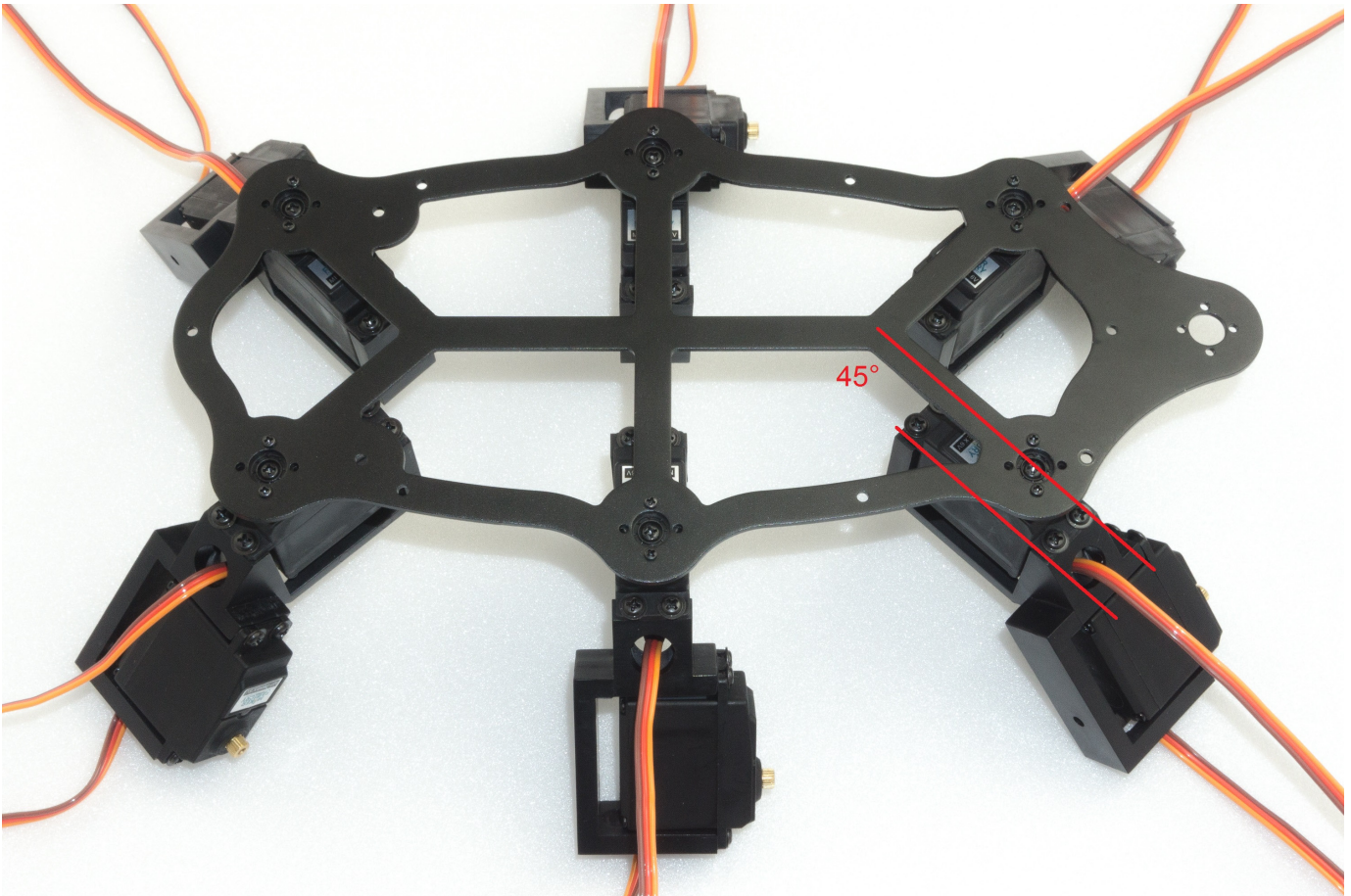
→ Zur Befestigung der Servos mit den Servoscheiben werden immer die M3 x 6 mm Schrauben (Servo-Befestigungsschrauben) mit dem größeren 6 mm-Kopf verwendet. Die M3 x 6 mm Schrauben mit dem kleineren 5 mm-Kopf werden für die Abstandshalter verwendet!

Stecken Sie die Servos in die Zahnung der zuvor montierten Servo-Scheiben. Gehen Sie dabei vorsichtig vor, damit sich die Servos beim Einstecken nicht verdrehen. Sollte es doch passieren, dass sich ein Servo bei der Montage aus der Mittelstellung verdreht hat, so bringen Sie das Servo mit Hilfe des Hexapod-Roboter-Boards und der Software „ServoCenter“ wieder in die Mittelstellung. Dieser Vorgang wurde bereits in Kapitel 12 beschrieben.

Sollten Sie die Beine, bedingt durch die Zahnung der Servo-Scheibe bzw. der allgemeinen mechanischen Toleranzen, noch nicht zu genau ausrichten können, so stellt dies kein Problem dar. Stellen Sie das Bein so gut wie möglich mechanisch ein, wie in der Abbildung zu erkennen. Eine genaue Kalibrierung erfolgt nach dem Zusammenbau mit Hilfe der Software.

→ Die Servo-Befestigungsschrauben (PH2 M3 x 6 mm, großer Kopfdurchmesser) werden noch nicht mit Schraubensicherung versehen! Erst wenn der Roboter fertig aufgebaut und kalibriert wurde, können Sie diese Schrauben wieder entfernen und mit Schraubensicherung versehen!

**Benötigtes Werkzeug:** Kreuz-Schraubendreher PH2



**Bild 36**

Bild 36 veranschaulicht den Hexapod-Körper von „oben“ betrachtet. Die beiden vorderen und die beiden hinteren Beine werden so eingebaut, dass diese in einem Winkel von 45° nach außen zeigen, ohne dabei die Mittelstellung des Servos zu verdrehen (Mittenposition). Sie können sich dabei an den Stegen in der Oberplatte orientieren, dieser besitzt einen Winkel von 45°.

Die beiden mittleren Beine (linke sowie rechte Seite) werden gerade nach außen im 90° Winkel zum Körper eingebaut.

→ Beachten Sie hierzu auch Bild 37 auf der nächsten Seite.

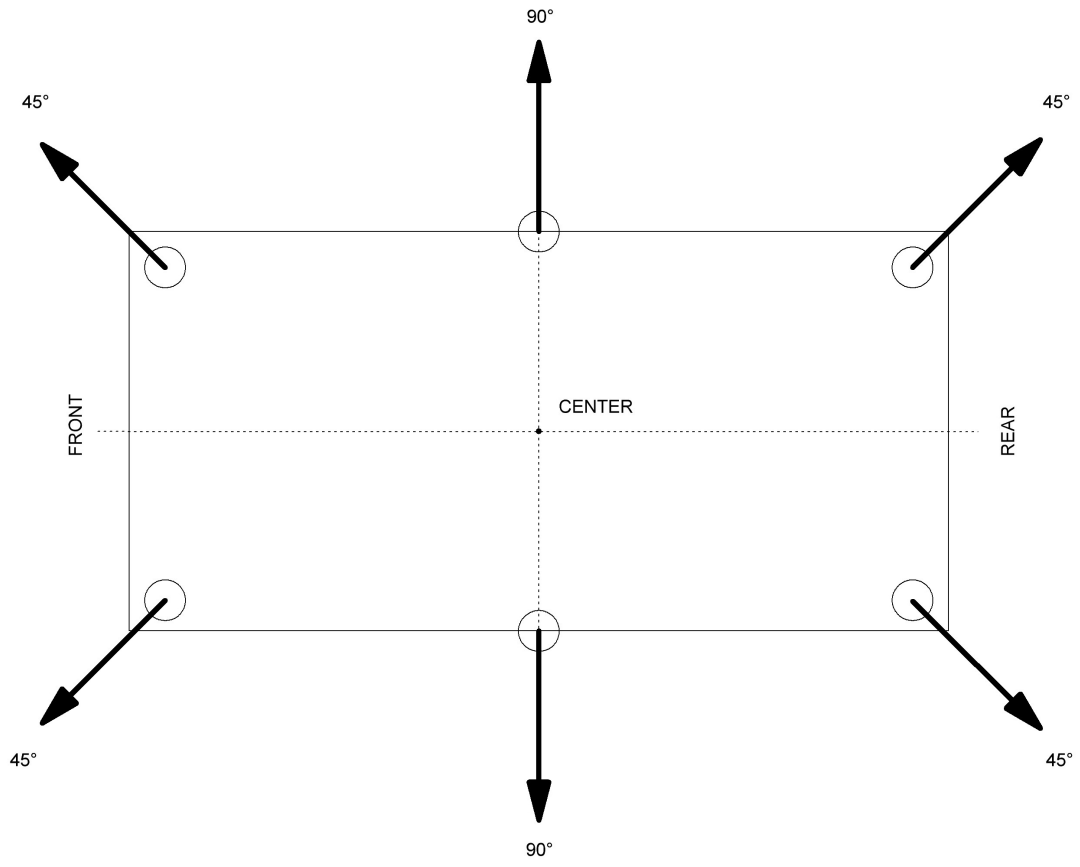


Bild 37

## f) Unterplatte montieren

Die Montage der Unterplatte erfordert etwas Geschick. Legen Sie die Oberplatte mit dem Rücken auf den Tisch wie in Bild 38 zu sehen.

Drücken Sie von vorne oder hinten beginnend umlaufend die Zylinderstifte der Bodenplatte in die Kunststoffhalter der Oberplatte ein. Drücken Sie dabei die Stifte nicht beim ersten Mal komplett hinein, sondern wiederholen Sie den Arbeitsschritt und drücken bei jedem Umlauf den Zylinderstift nur ein paar Millimeter in den Kunststoff. So kann sich das Bauteil nicht verspannen!

→ Legen Sie eine Unterlage, wie z.B. einen Karton, zwischen Bauteil und Tisch, damit Sie mit den Schraubenköpfen nicht den Tisch verkratzen! Der Schaumstoff aus der Verpackung eignet sich dazu z.B. sehr gut.

Wenden Sie keine Gewalt an. Dies kann die Servos, die Bodenplatte und die Kugellager beschädigen!

Den richtigen Abstand zwischen Lager und Kunststoffhalter können Sie mit Hilfe eines 2,5 mm Innensechskant-Schlüssel einstellen. Der Innensechskant-Schlüssel dient hierbei als Abstandslehre, siehe Bild 41.

Zum Schluss wird die Oberplatte mit Abstandshaltern verschraubt. Benutzen Sie hierzu die Schrauben M3 x 6 mm (kleiner Kopfdurchmesser 5 mm).

**Benötigtes Werkzeug:** Kreuz-Schraubendreher PH2

Unterlage z.B. Karton

→ Bild 38 zeigt die Roboter-Unterseite!

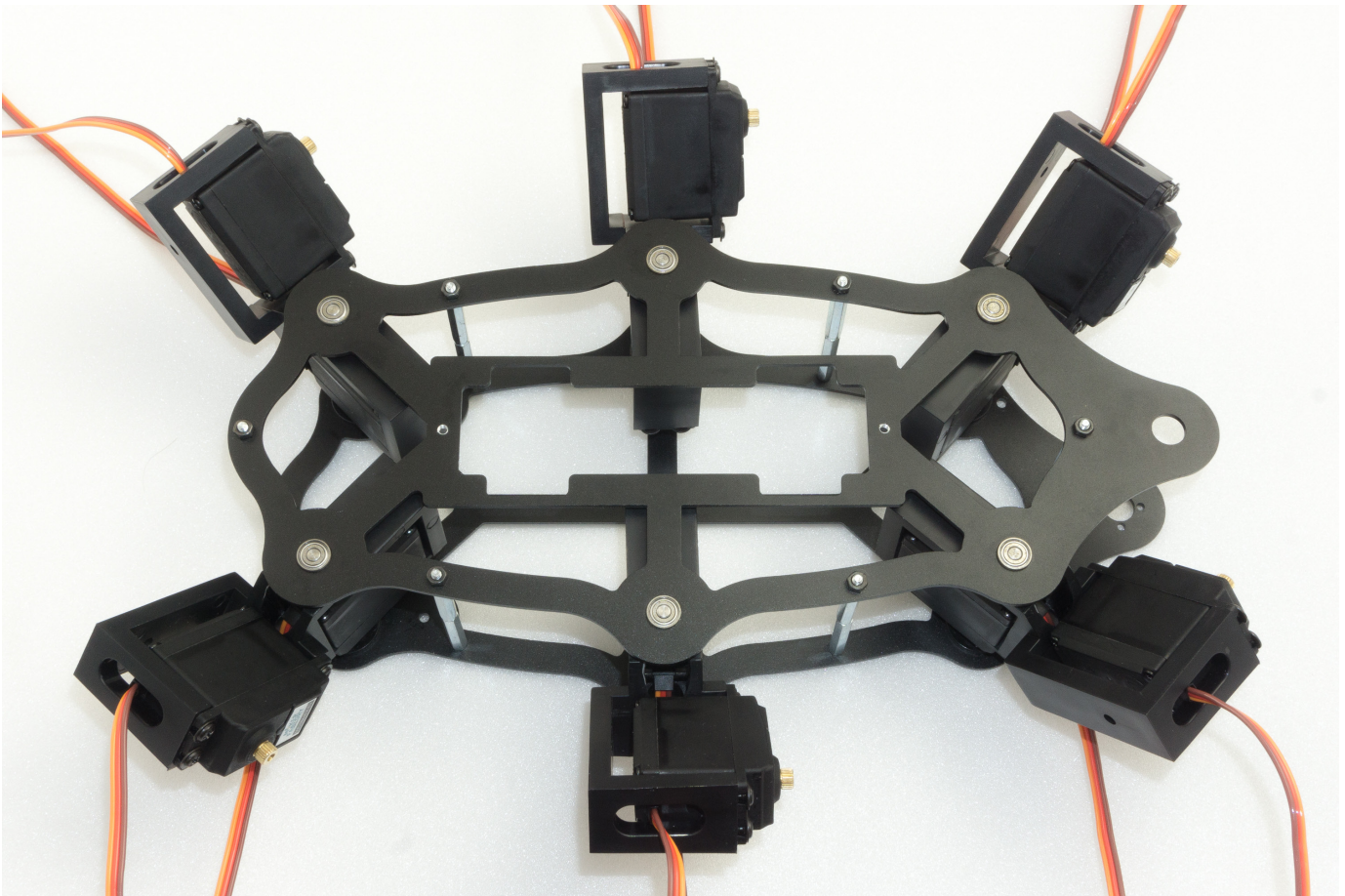


Bild 38

→ Bild 39 zeigt die Roboter-Oberseite!

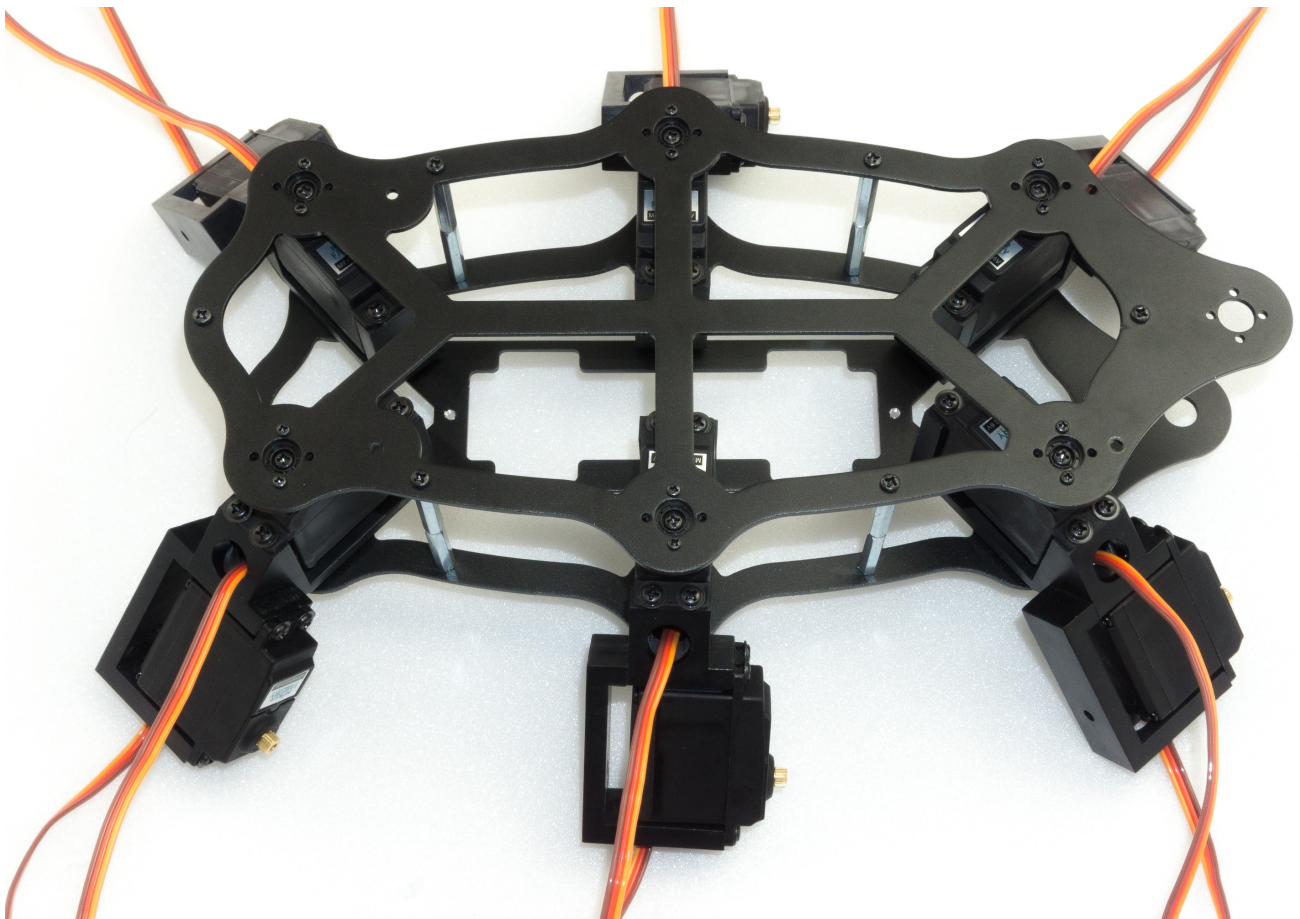


Bild 39

Bild 40 zeigt, wie die Zylinderstifte nur ganz leicht eingedrückt werden, um diese im Kunststoff zu fixieren.

Erst wenn alle Zylinderstifte in den Bohrungen der Kunststoffhalter fixiert sind, werden diese auf Abstand (2,5 mm) eingedrückt.

Um den richtigen Abstand zu erreichen, legen Sie den Innensechskant-Schlüssel zwischen Lager und Kunststoffhalter und drücken Sie mit mäßiger Kraft die Zylinderstifte in den Kunststoffhalter ein.

Sollte ein Zylinderstift aus Versehen zu weit eingedrückt worden sein, so können Sie dies mit einem breiten Schlitzschraubendreher durch leichtes Heraushebeln korrigieren. Achten Sie aber dabei darauf, dass die Aluminiumteile nicht beschädigt (verkratzt) werden.

Nachdem alle Lager eingedrückt und auf den richtigen Abstand eingestellt wurden, verschrauben Sie diese mit den Abstandshaltern.

In Bild 41 ist zu sehen, wie mit Hilfe des Sechskantschlüssels (2,5 mm) als Abstandshalter der richtige Abstand eingestellt wird.

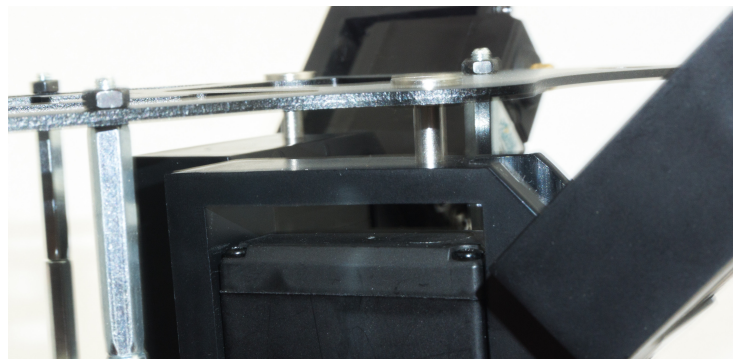


Bild 40



Bild 41

## g) Empfänger und Hexapod Roboter-Board montieren

Nun wird der Funkempfänger für das Gamepad am Roboter-Board angeschlossen und montiert. Der Empfänger wird mit dem mitgelieferten doppelseitigen Klebeband an der Unterseite des Roboter-Boards fixiert.

→ Der Empfänger und das Anschlusskabel müssen zuvor miteinander verbunden werden. Stecken Sie den breiten Empfänger-Stecker am Empfänger an. Beim Anschließen des Empfängers an das Roboter-Board achten Sie unbedingt auf die richtige Polung der Stecker.

**Benötigtes Werkzeug:** Schere  
Kreuz-Schraubendreher PH2  
Gabelschlüssel SW 5,5 mm

Stecken Sie wie in Bild 42 gezeigt das Kabel am Empfänger an.

Die Beschriftung „POWER“ und „RX“ zeigen in der Abbildung nach oben. Verwenden Sie die gleiche Farbreihenfolge wie in der Abbildung.

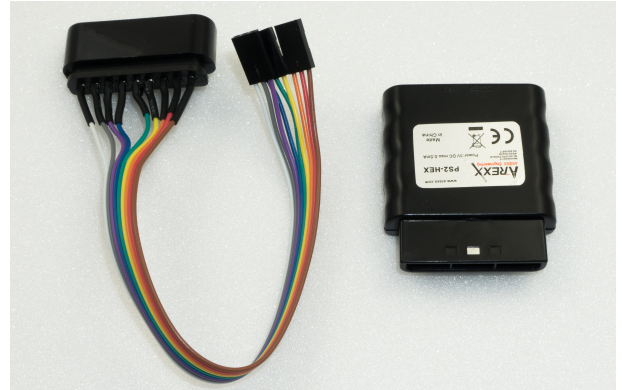


Bild 42

Kürzen Sie das doppelseitige Klebeband auf ca. 25 mm mit Hilfe einer Schere.

Danach ziehen Sie eine Seite der Schutzfolie des Klebebandes ab und kleben diese Seite auf das Roboter-Board.

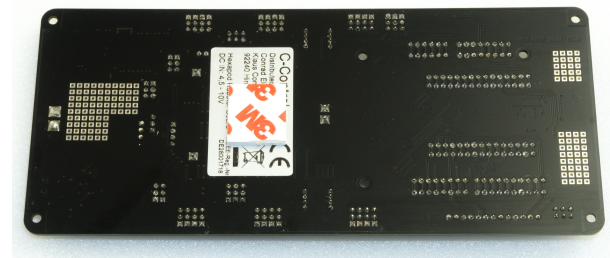


Bild 43

Ziehen Sie nun die andere Seite der Schutzfolie ab und kleben Sie den Empfänger auf.

Achten Sie dabei darauf, dass die Gehäuseseite mit den beiden roten LEDs mit den „dicken“ Kontakten (siehe Pfeil in der Abbildung) des Lautsprechers abschließt.

Ragt das Gehäuse zu weit in die Kontakte des Lautsprechers, so wird das Gehäuse bei der Montage der Platine auf die Kontakte des Lautsprechers drücken.

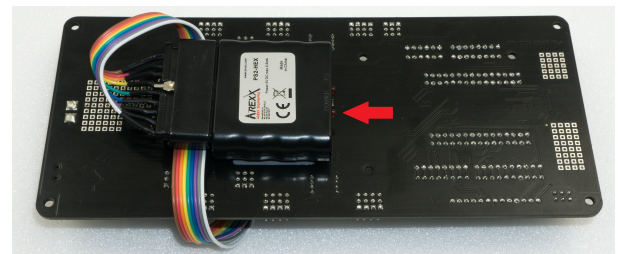


Bild 44

Schließen Sie nun das Kabel am Roboter-Board an. Die Farben sind in den Steckern zu jeweils 3 Adern zusammengefasst.

Von links (Position MicroSD-Kartenhalter) nach rechts (Position Akkustecker):

Weiß, grau, lila -> Weiß zeigt zum Außenrand der Platine

Blau, grün, gelb -> Blau zeigt zum Außenrand der Platine

Orange, rot, braun -> Orange zeigt zum Außenrand der Platine

→ Bild 45b zeigt eine Ausschnittsvergrößerung von Bild 45a.

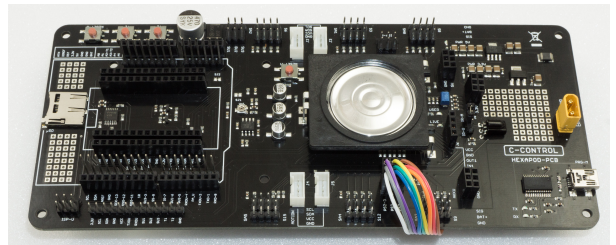


Bild 45a

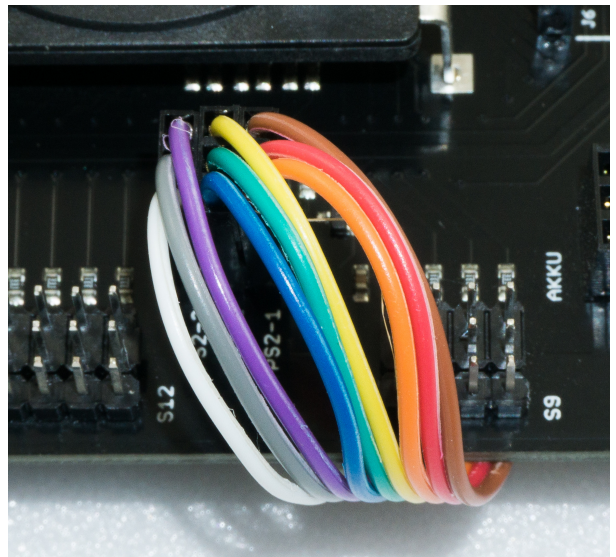


Bild 45b



## h) Beine montieren

Versuchen Sie die Beine so gut wie möglich zu montieren. Geringe Abweichungen spielen keine Rolle und lassen sich durch die mechanischen Toleranzen und durch die grobe Zahnung der Servo-Scheiben nicht vermeiden.

—> Die Beine werden später per Software exakt justiert!

Bild 48 (siehe auch Bild 20) zeigt die Grundkonfiguration eines Hexapod-Beins. Zu beachten ist, dass der Oberschenkel (Femur) parallel zum Boden („Ground“ im Bild) ausgerichtet wird.

Der Drehpunkt des Schienbeines („Tibia“) steht parallel zum Körper („Body“). Wenn das Bein fertig eingestellt ist, ergibt dies zwischen „Femur“ und „Tibia“ einen 90°-Winkel. Die Anordnung zwischen „Body“ und „Femur“ verläuft in einer Linie parallel. Der Höhenunterschied spielt hierbei keine Rolle.

In Bild 49 (siehe auch Bild 17) wird noch einmal die Anschlussbelegung des Roboter-Boards für die Bein-Servos gezeigt. Die nachfolgende Liste zeigt, wo welches Servo angeschlossen wird.

Grundsätzlich gilt immer die Anschlussreihenfolge „COXA“, „FEMUR“, „TIBA“; danach folgt der Steckkontakt „Sax“, welcher frei bleibt!

Stecken Sie nun die Servos an der Platine an. Mit dem Programm „ServoCenter“ können Sie beim Zusammenbau immer prüfen, ob sich das Bein noch in der Grundstellung befindet.

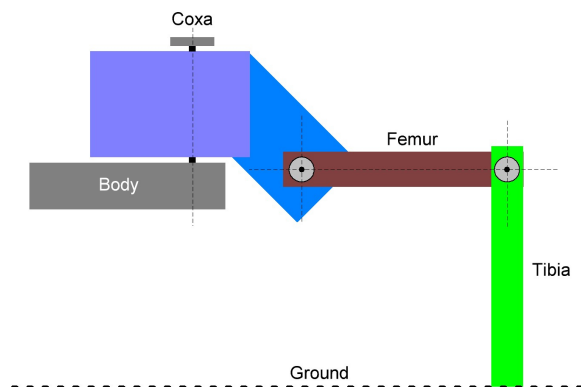


Bild 48

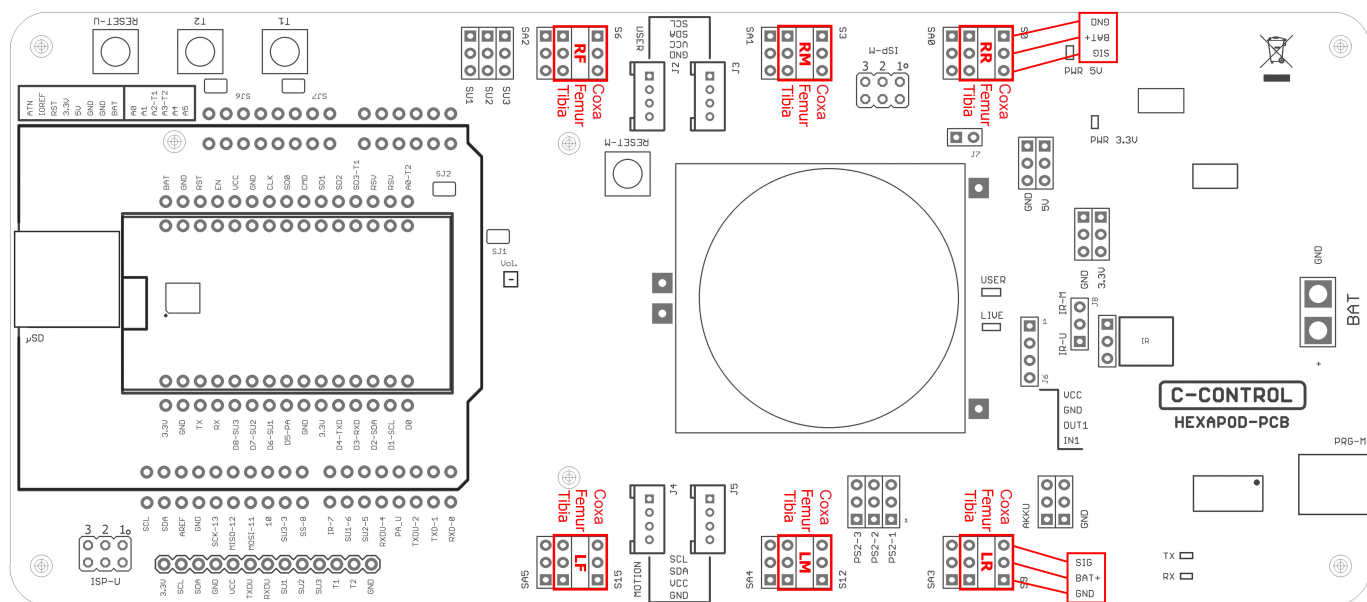


Bild 49

—> Prüfen Sie nach der Montage eines jeden Beines mit Hilfe des „ServoCenter“ Programms, ob das Bein in der Grundkonfiguration steht oder ob sich ein Fehler durch Verdrehen des Servos bei der Montage eingeschlichen hat!

### RR („right rear“ = hinten rechts)

- S0 = Coxa
- S1 = Femur
- S2 = Tibia

### RM („right middle“ = Mitte rechts)

- S3 = Coxa
- S4 = Femur
- S5 = Tibia

### RF („right front“ = vorne rechts)

- S6 = Coxa
- S7 = Femur
- S8 = Tibia

### LR („left rear“ = hinten links)

- S9 = Coxa
- S10 = Femur
- S11 = Tibia

### LM („left middle“ = Mitte links)

- S12 = Coxa
- S13 = Femur
- S14 = Tibia

### LF („left front“ = vorne links)

- S15 = Coxa
- S16 = Femur
- S17 = Tibia

Coxa = Hüfte

Femur = Oberschenkel

Tibia = Bein bzw. Schienbein



Montieren Sie als erstes die Oberschenkel („Femur“), wie in Bild 50 zu sehen. Verschrauben Sie die Oberschenkel mit den Servos (Schrauben M3 x 6 mm, großer Kopfdurchmesser 6 mm). Danach montieren Sie die Beine „Tibia“ und befestigen auch diese mit den Schrauben M3 x 6 mm (großer Kopfdurchmesser 6 mm).

Es ist hierzu hilfreich, den Roboter mit Hilfe eines Kartons anzuheben. Wenn Sie einen 3D-Drucker besitzen, so können Sie auch den Aufsteller für den Roboter ausdrucken.

Die Dateien finden kostenlos Sie unter [www.conrad.com](http://www.conrad.com) auf der jeweiligen Internetseite zum Produkt.

→ Nachdem der Roboter komplett fertig montiert und eingestellt wurde, sollten Sie die Schrauben, welche die Servo-Scheibe mit dem Servo verbinden, mit einem kleinen Tropfen Schraubensicherung versehen. Durch das Laufen werden diese schnell locker und können verloren gehen!

**Benötigtes Werkzeug:** Kreuz-Schraubendreher PH2  
Gabelschlüssel SW 5,5 mm

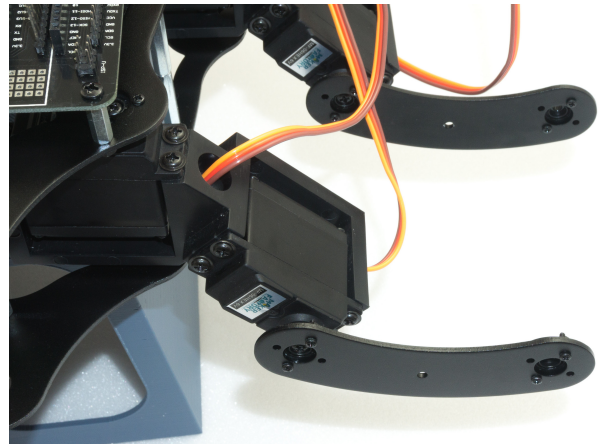


Bild 50

Trotz des abgewinkelten Tibia-Servos müssen am Ende „Femur“ parallel zum Boden und „Tibia“ parallel zum Körper stehen.

„Femur“ und „Tibia“ ergeben einen 90°-Winkel; die Servos selbst sind weiterhin in Mittelstellung!

Bild 52 zeigt den Robobug, wenn alle Beine fertig montiert in der Grundstellung stehen. Im Idealfall würde die rote Linie (Bild 51) genau in der Mitte der Schraubenköpfe verlaufen. Da die Servoscheiben wegen der Zahnung und der Montage-Toleranz dies nicht zulassen, liegt diese evtl. bei manchen Beinen leicht daneben. Dies ist nicht weiter schlimm, die exakte Ausrichtung auf die Mitte wird später per Software erfolgen.

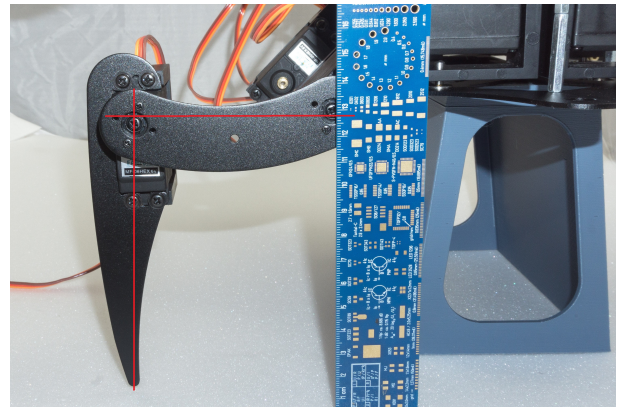


Bild 51

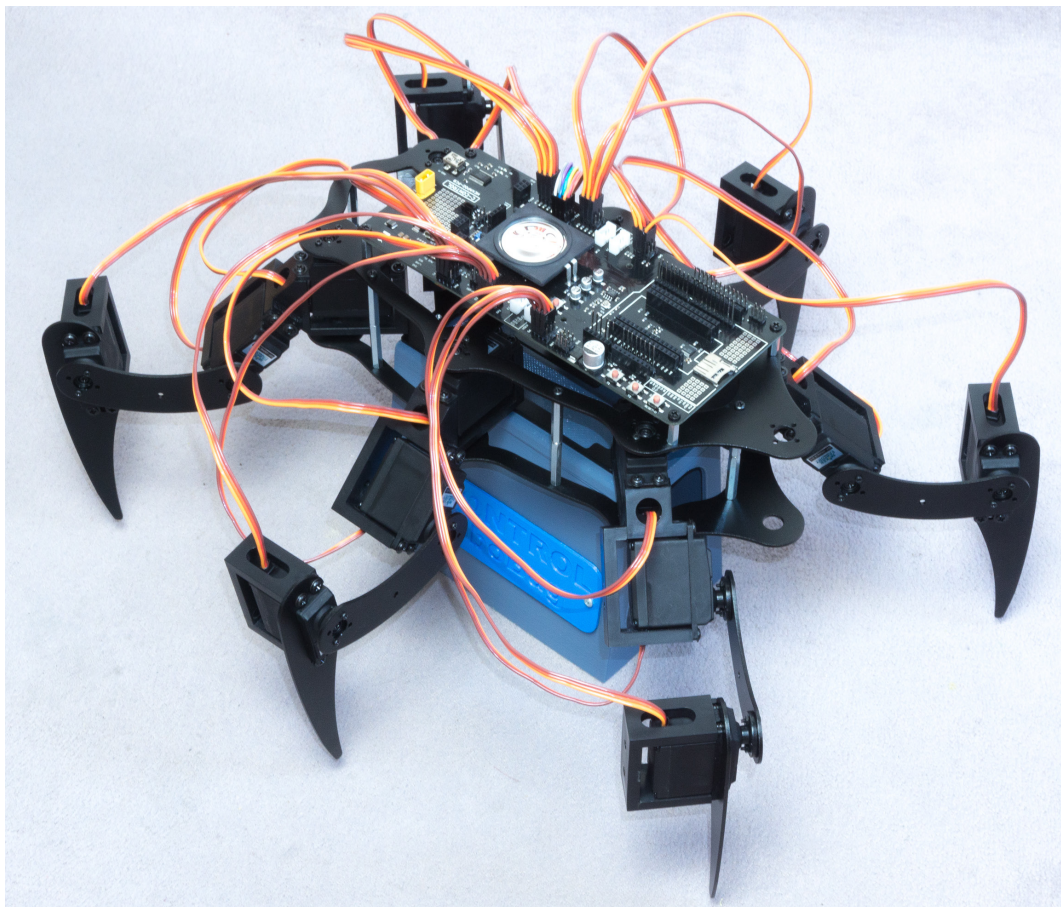


Bild 52

Nun montieren Sie die Gegenlager.

→ Der U-Halter besitzt zwei Löcher, verwenden Sie das Loch, das zur Kabelöffnung hin zeigt.

Gehen Sie beim Eindrücken der Zylinderstifte wieder genauso vor wie beim Eindrücken der Zylinderstifte der Bodenplatte.

Der Abstand zwischen Lager und Kunststoffteil beträgt hier 1,5 mm. Als Abstandslehre können Sie hier ebenfalls einen Innensechskant-Schlüssel verwenden.

Danach verschrauben Sie bei jedem Bein den Abstandshalter mit einer Schraube M3 x 6 mm (kleiner Kopfdurchmesser 5 mm) wie in Bild 53 zu sehen.

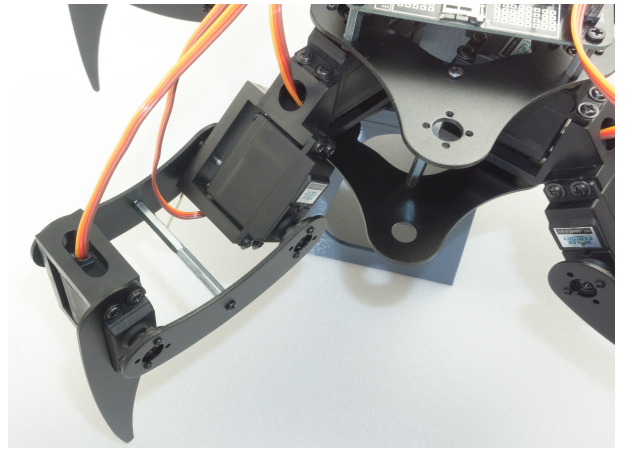


Bild 53

Der 1,5 mm Innensechskant-Schlüssel wird zwischen Kugellager und Kunststoffteil gelegt und der Zylinderstift bis zum Anschlag eingedrückt.

Drücken Sie auch hier die Zylinderstifte nur abwechselnd (erst die eine Seite dann die andere) Stück für Stück in den Kunststoff, um den Halter nicht zu verkanten.

→ Wenn Sie den Roboter dabei etwas schräg halten, können Sie den Innensechskant-Schlüssel über den Zylinderstift hängen, ohne dass er dabei herunterfällt.

Bild 55 zeigt den Robobug mit den fertig montierten Beinen und in Grundstellung.

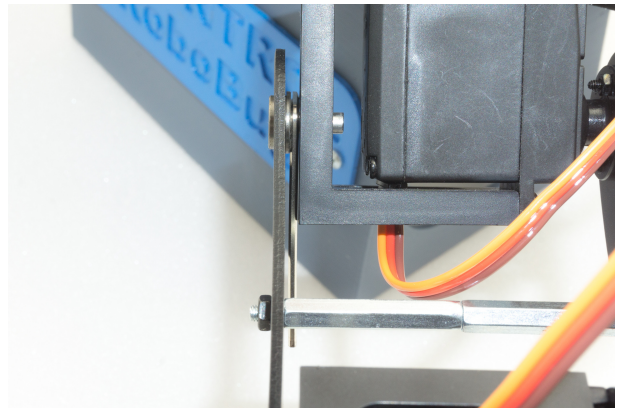


Bild 54

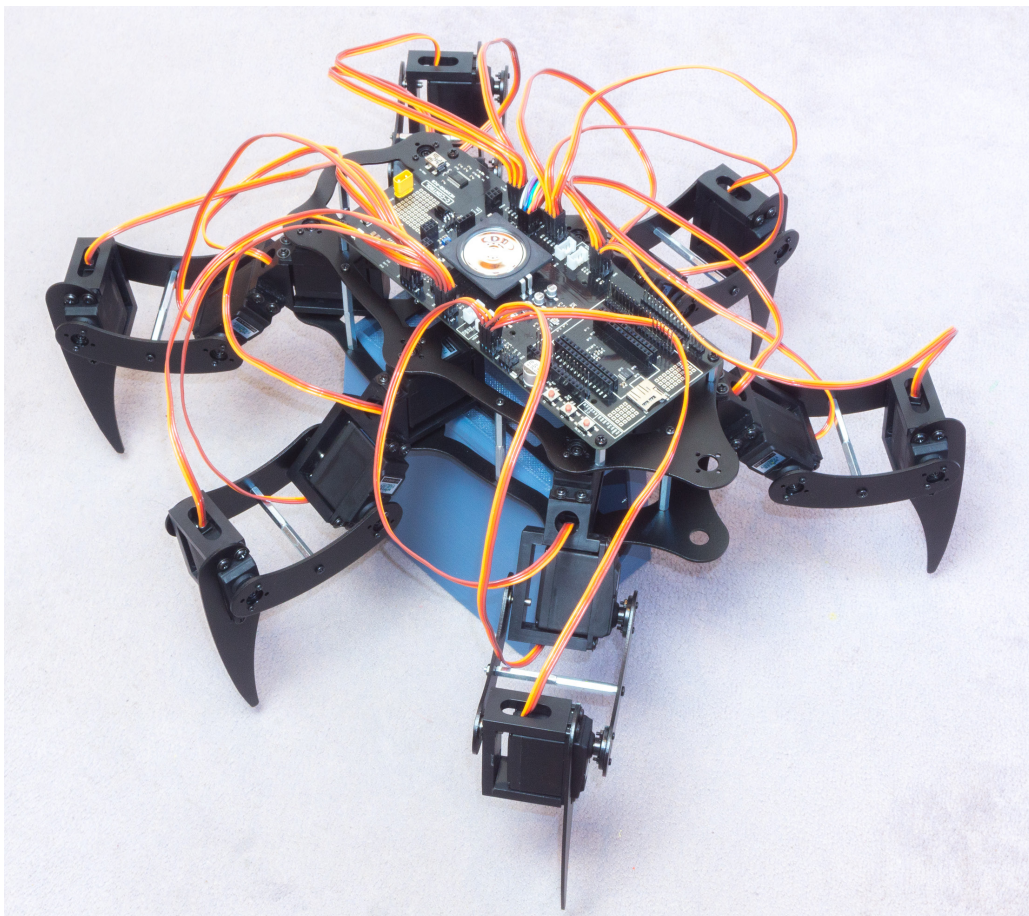


Bild 55

## i) Kabel verlegen

Verlegen Sie die Kabel wie in den Abbildungen. Verwenden Sie dazu die mitgelieferten Kabelbinder. Nachdem die Kabelbinder angezogen sind, schneiden Sie das überstehende Teil des Kabelbinders ab. Eine saubere Kabelverlegung verleiht dem Roboter ein sehr hochwertiges Aussehen!

→ Solange Sie die Kabel noch nicht fertig ausgerichtet haben, sollten Sie die Kabelbinder nicht zu fest anziehen. So können Sie kleine Korrekturen leicht vornehmen.

**Benötigtes Werkzeug:** Elektronik-Seitenschneider

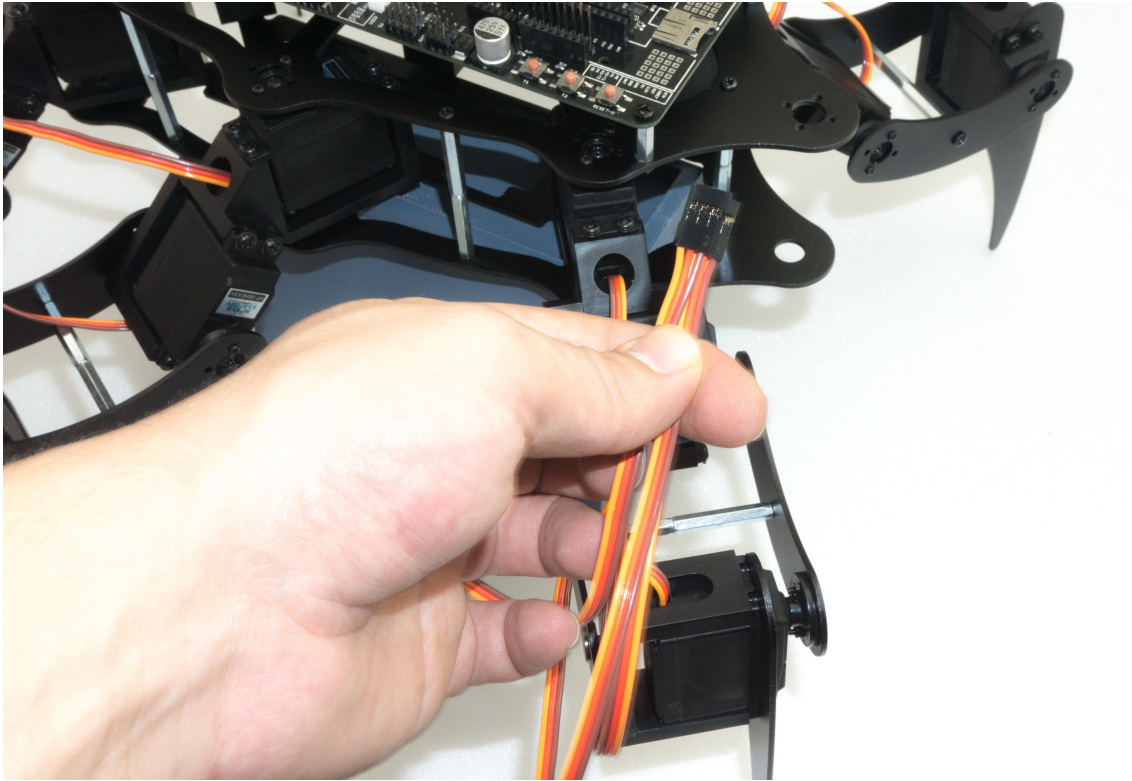


Bild 56

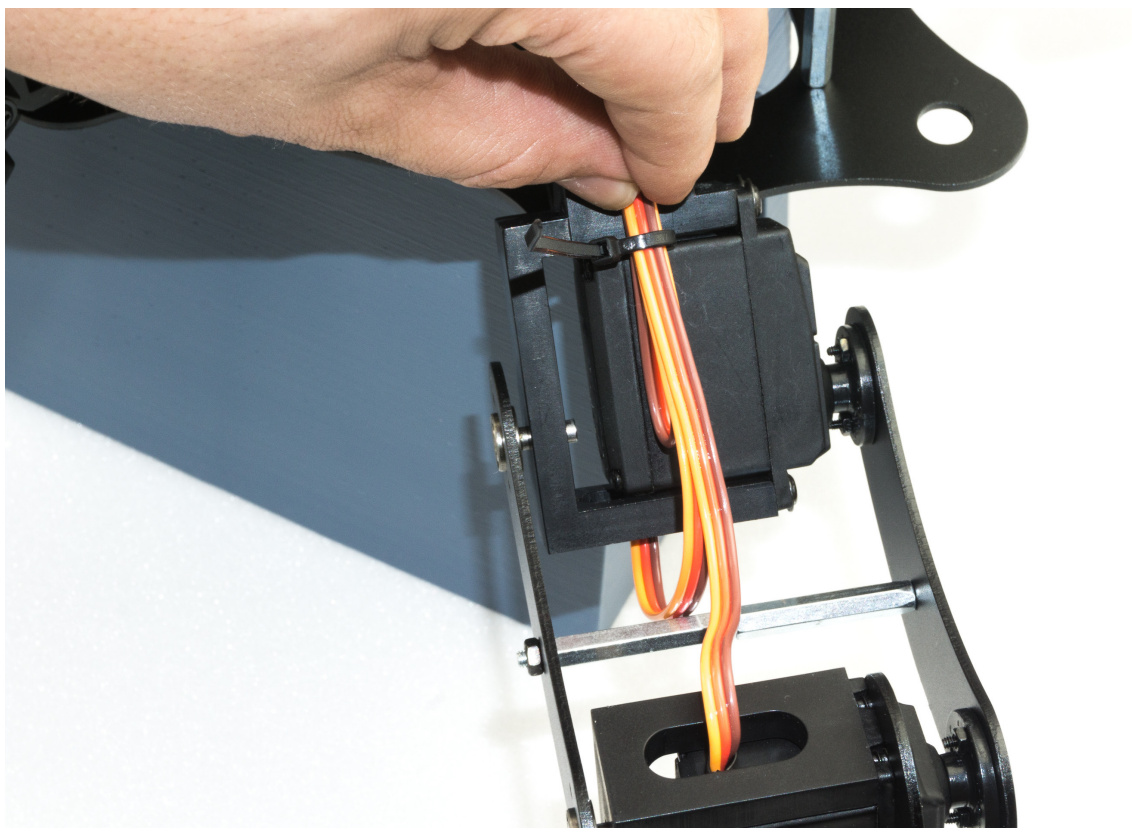


Bild 57

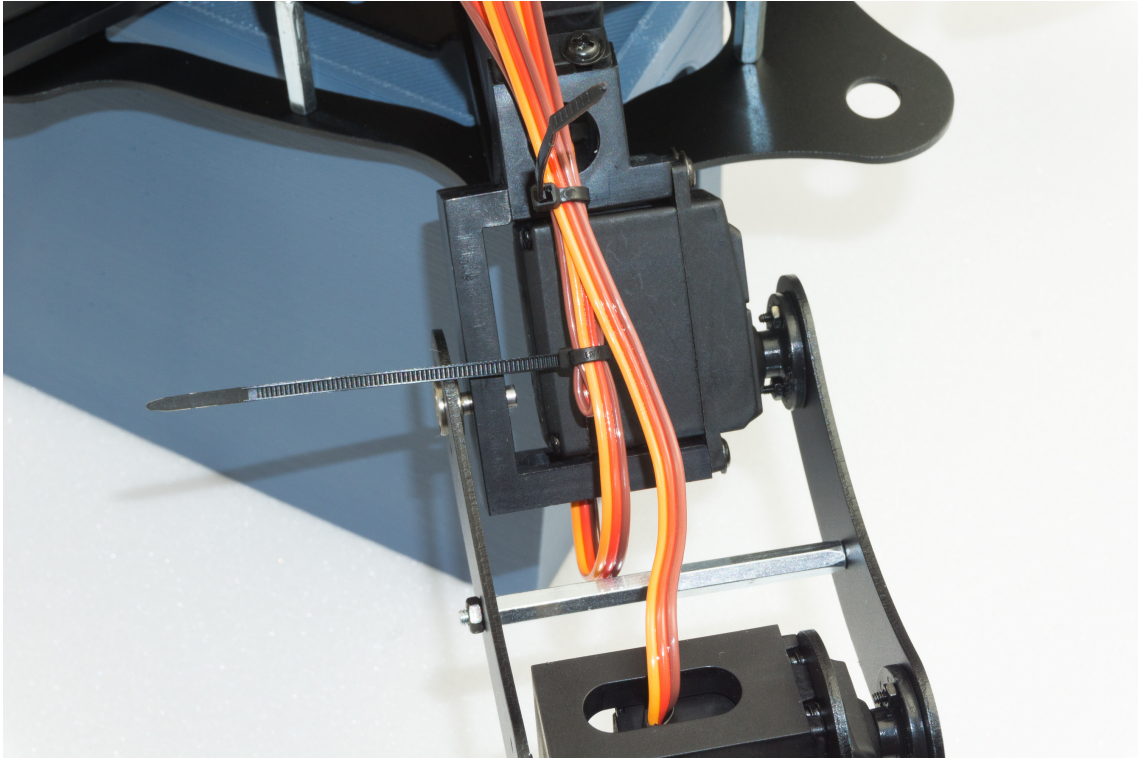


Bild 58

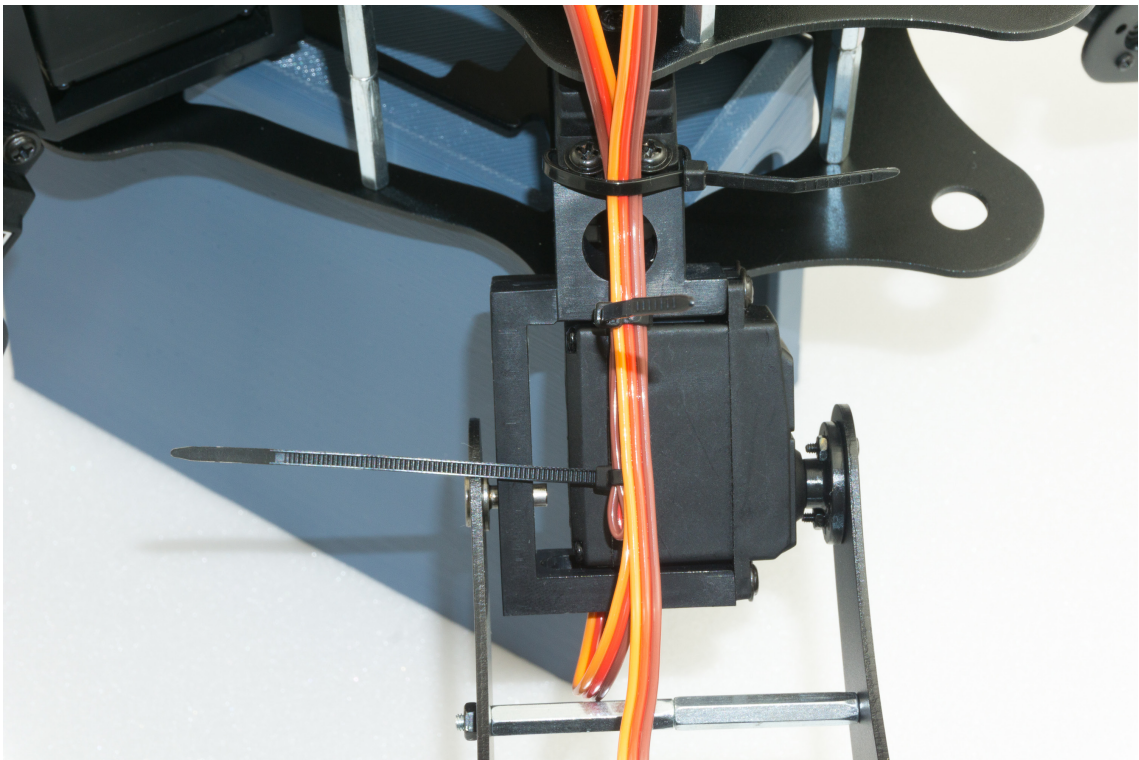


Bild 59

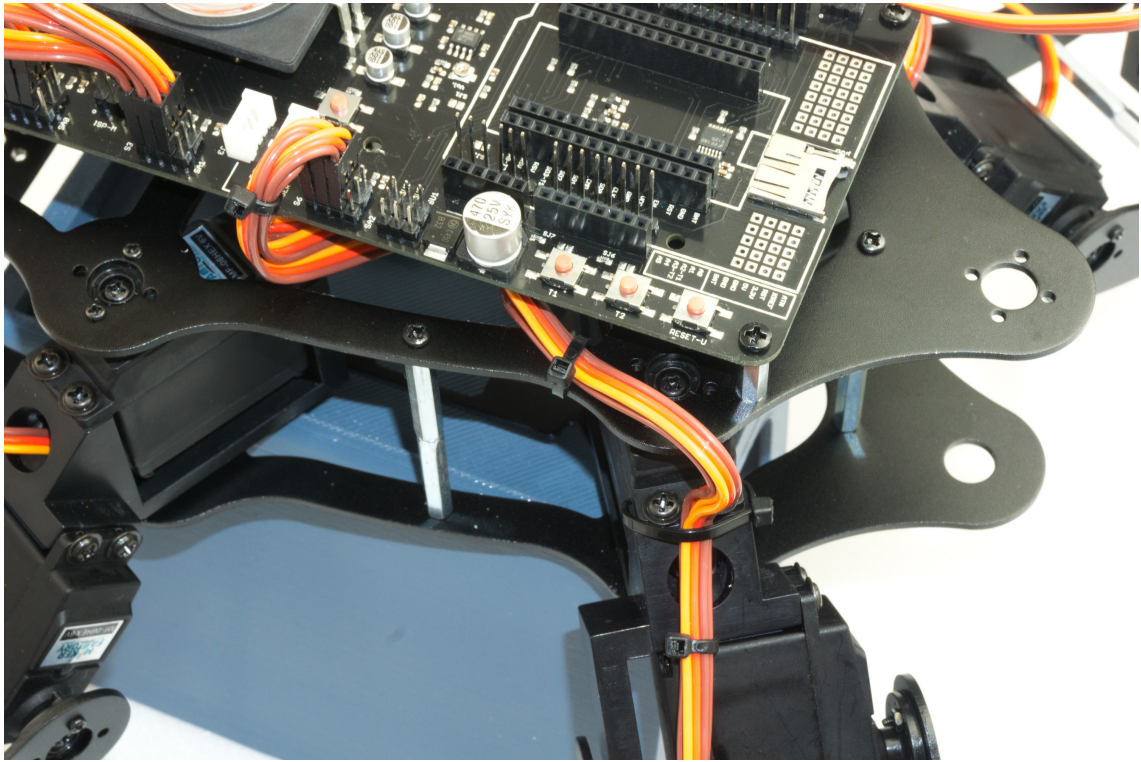


Bild 60

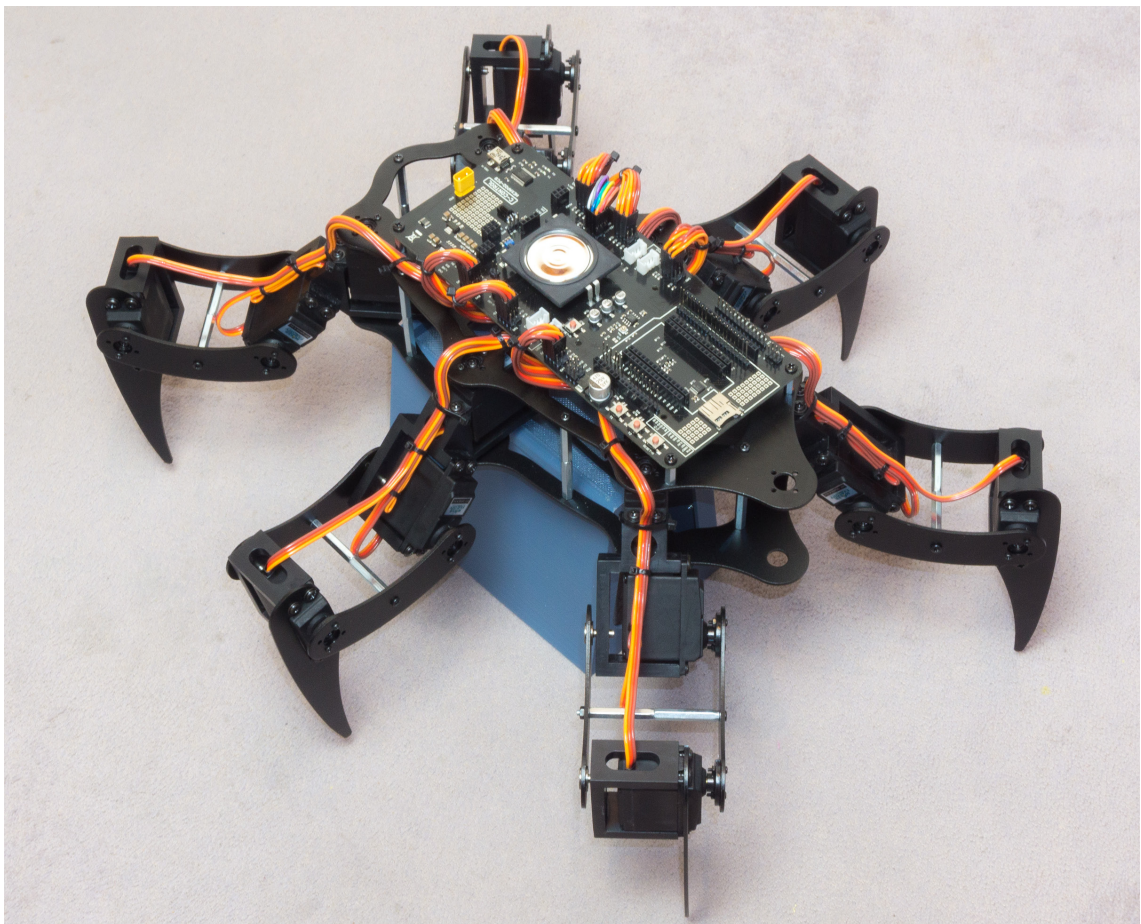


Bild 61

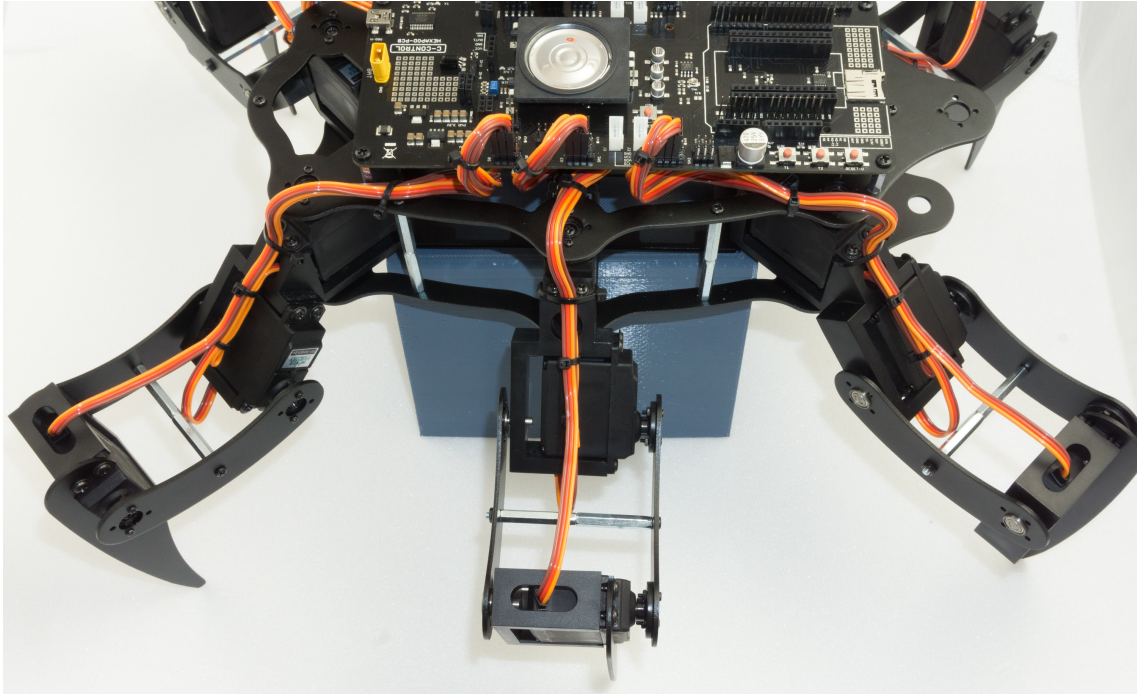


Bild 62

## j) Akku montieren

Der Akku wird hochkant mit dem mitgelieferten Klettverschluss wie in den Abbildungen montiert. Dazu kürzen Sie den Klettverschluss auf ca. 25 cm. Ziehen Sie den Klettverschluss straff an, so dass der Akku einen festen Halt auf der Akkuplatte hat und im Betrieb nicht verrutschen kann.

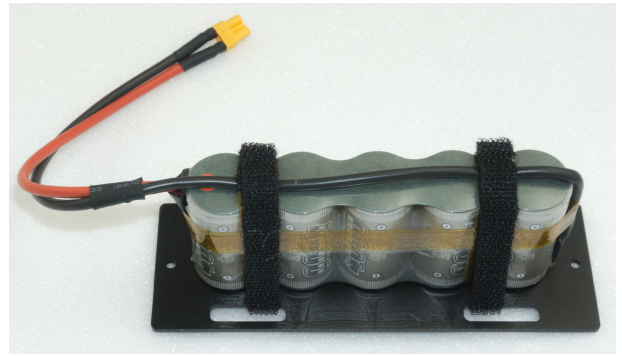


Bild 63

Danach führen Sie das Kabel durch die Oberplatte wie in Bild 64a zu sehen. Verschrauben Sie die Akkuhalteplatte mit der Unterplatte. Verwenden Sie dazu die Schrauben M4 x 5 mm.

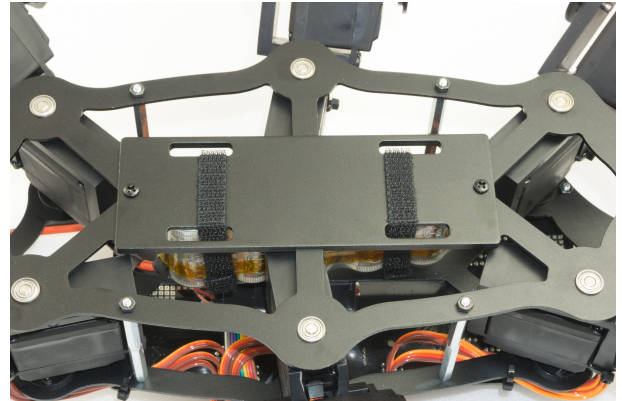


Bild 64a

In Bild 64b (siehe auch Bild 7) können Sie sehen, wie der Akku am fertig aufgebauten Robobug angesteckt wird. Der Stecker ist verpolungssicher und kann somit nicht verkehrt aufgesteckt werden.

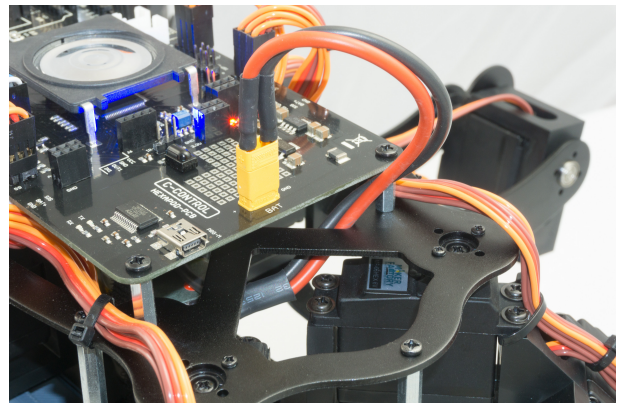


Bild 64b

### k) GummifüÙe montieren

Schieben Sie die mitgelieferten GummifüÙe auf die Enden der Beine auf.

Die Gummikappen können Sie zusätzlich mit etwas Klebstoff (z.B. Uhu® Alleskleber oder vergleichbar) sichern, damit diese beim Laufen nicht verloren gehen.

- Die GummifüÙe sorgen nicht nur für guten Grip auf dem Untergrund, sondern auch dafür, dass die Aluminiumbeine den Untergrund (Boden, Tisch etc.) nicht verkratzen.

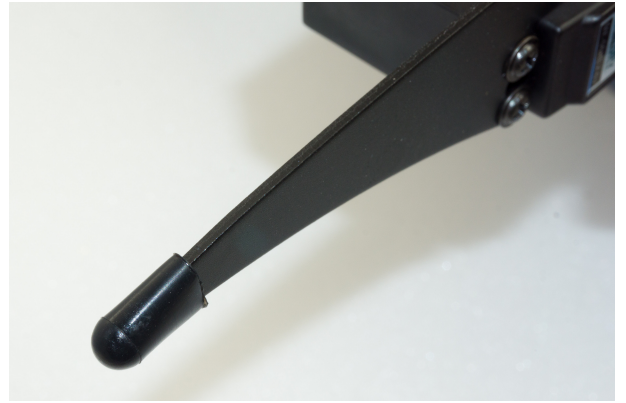


Bild 65

### l) Steckbrücken setzen

Abschließend werden noch die beiden Steckbrücken (auch Jumper genannt) aufgesteckt. Die Steckbrücke für den Infrarotempfänger wird auf „IR-U“ gesteckt; die Steckbrücke J7 nur auf einen Pin.

- Wenn Sie die Steckbrücke J7 auf beide Pins stecken, wird das Gamepad deaktiviert!

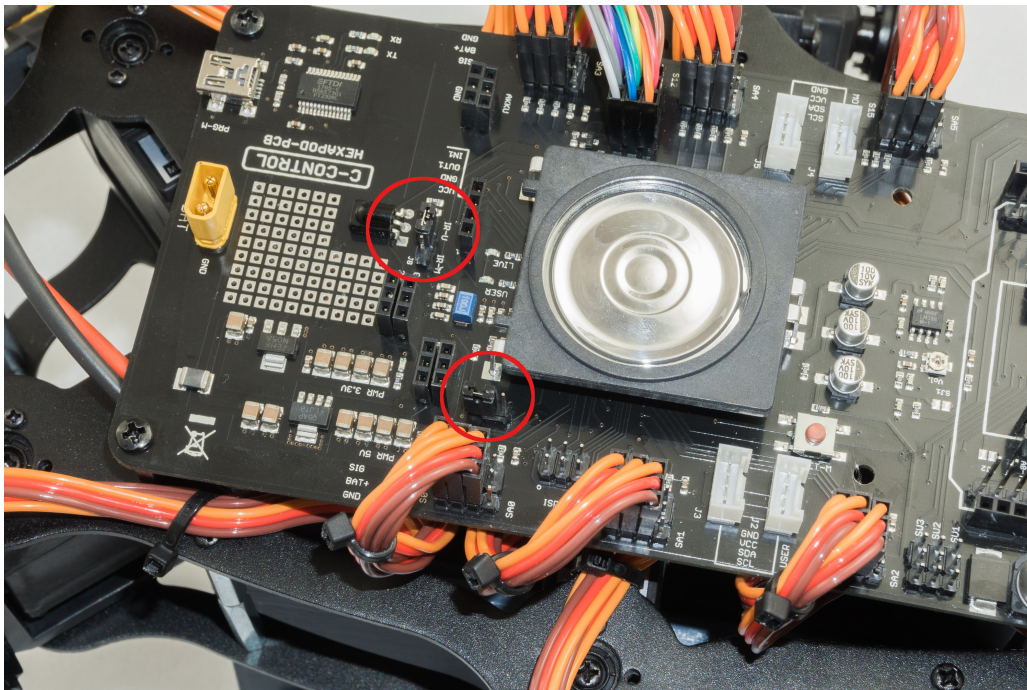


Bild 66



# 14. Übertragen der Firmware

Nachdem Sie den Roboter nun mechanisch fertig aufgebaut haben, kann die „Locomotion-Firmware“ auf das Roboter-Board aufgespielt werden. Diese ist für das Laufverhalten des Roboters zuständig.

**Prüfen Sie vor dem Übertragen und Einschalten des Roboter-Boards folgendes:**

- Sind alle Servos richtig angeschlossen (Polung)?
- Sind alle Servos mechanisch in der Mitte?
- Ist der Gamepade-Controller angeschlossen?
- Ist der Akku ausreichend geladen?
- Steht genügend Fläche für den Roboter, auch bei einem Fehlverhalten, zur Verfügung?

Schließen Sie jetzt den Akku am Roboter-Board an, falls noch nicht geschehen.

Verbinden Sie das Roboter-Board (Anschluss „PRG-M“) mit Ihrem Computer, wie bereits durchgeführt.

Wählen Sie dann in der Arduino IDE in den Hexapod-Beispielen das Programm „Motion-Firmware“ aus (zu finden unter „Locomotion“). Übertragen Sie das Programm wie gewohnt auf das Roboter-Board.

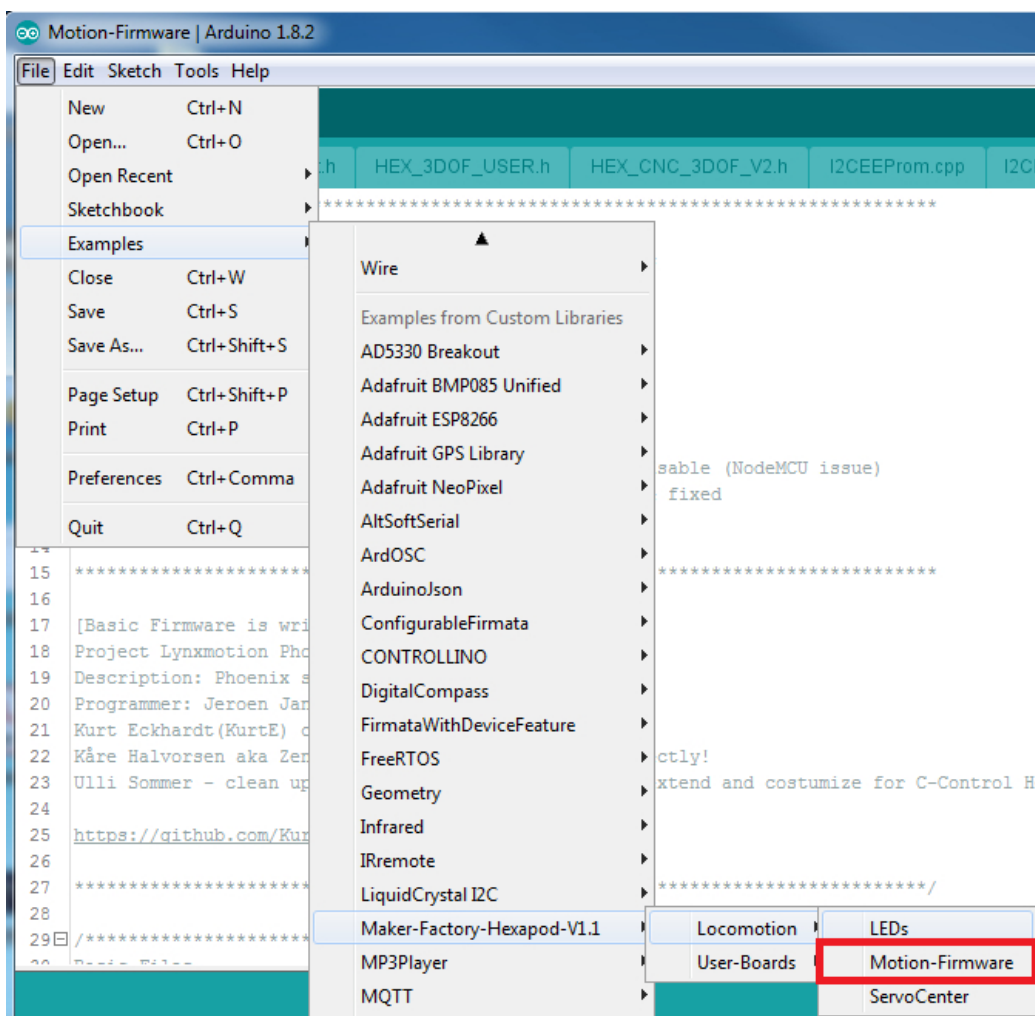


Bild 67

# 15. Steuern mit dem Gamepad

Nachdem Sie die „Motion-Firmware“ auf den Locomotion-Controller übertragen haben (siehe Kapitel 14), können Sie den Roboter mit dem Gamepad steuern. Mit dem mitgelieferten Gamepad stehen Ihnen nach der Inbetriebnahme sofort alle Funktionen des Locomotion-Controllers zur Verfügung und der Roboter kann ähnlich wie ein ferngesteuertes Auto bewegt werden, ohne dass Sie zuvor ein eigenes Programm erstellen müssen.

→ Um die Einstellungen komfortabel und schnell zu überprüfen, ist es vorteilhaft, den Roboter mit dem Gamepad zu bedienen. Alternativ können Sie ihn auch gleich über ein User-Board steuern. Dies hat sich in der Praxis jedoch für die erste Inbetriebnahme als weniger komfortabel herausgestellt.

Zudem können Sie später bei der Nutzung eines User-Boards mit Hilfe des Gamepads in den Ablauf Ihres Programms eingreifen. Es ist auch möglich, die Steuerbefehle (Joystickwerte und Taster) vom User-Board auszulesen und diese im eigenen Programm zu verwenden.



### Wichtig!

Vergewissern Sie sich, dass der Empfänger richtig angeschlossen ist und die Stecker nicht verdreht auf den Pinleisten stecken, da sonst der Empfänger Schaden nehmen kann! Die Steckbrücke „J7“ darf nicht aufgesteckt sein, da andernfalls das Gamepad deaktiviert ist (siehe Kapitel 13. I).

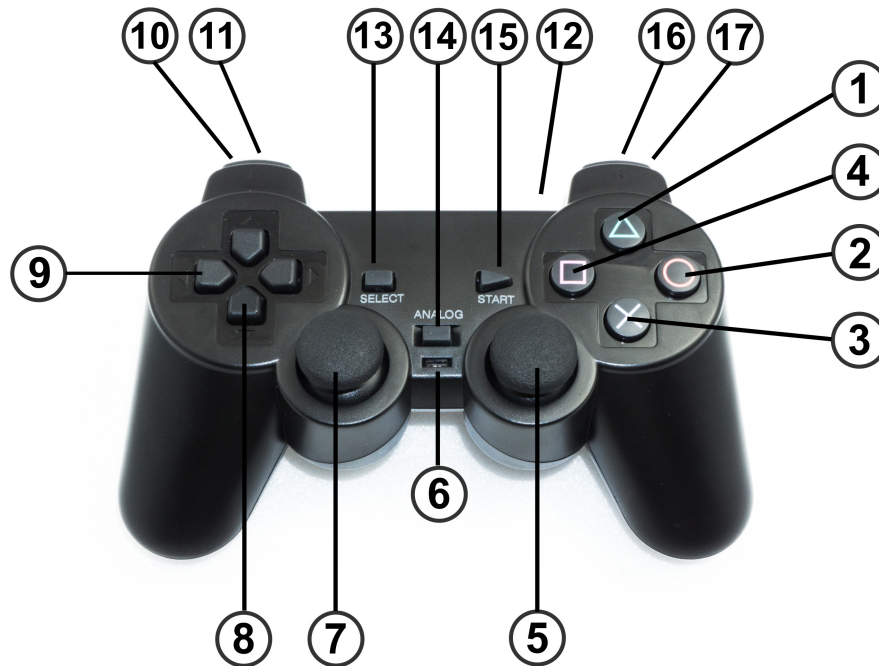


Bild 68

### Schnellstart:

- Trennen Sie die Stromversorgung vom Hexapod-Roboter-Board.
- Schalten Sie das Gamepad mit dem Schalter (6) ein. Die beiden LEDs (12) „Grün“ und „Rot“ blinken.
- Verbinden Sie den Akku mit dem Hexapod-Roboter-Board. Die LEDs (12) „Grün“ und „Rot“ leuchten nach ein paar Sekunden dauerhaft. Der Sender (Gamepad) ist nun mit dem Empfänger verbunden.
- Drücken Sie die Taste „START“ (15). Der Roboter piepst und die rote „USER-LED“ auf dem Hexapod-Roboter-Board leuchtet dauerhaft.
- Schalten Sie den Roboter mit der Taste (3) ein. Der Roboter piepst und die blaue „LIVE-LED“ auf dem Hexapod-Roboter-Board blinkt.
- Lassen Sie den Roboter mit der Taste (1) aufstehen.
- Bewegen Sie den Roboter mit den Daumenjoystick (7) vor/zurück und links/rechts. Mit dem Daumenjoystick (5) können Sie den Roboter auf der Stelle wenden.

### Ausführliche Beschreibung der Gamepad-Funktionen:

- 1 Roboter aufstehen und hinsetzen lassen (Toggle Funktion)
  - 2 System-Reset
  - 3 Roboter ein-/ausschalten, nachdem das Gamepad mit der Taste (15) aktiviert wurde
  - 4 Balance-Mode ein-/ausschalten (Toggle-Funktion)
  - 5 Daumenjoystick rechts (auf der Stelle drehen, im Rotate- und Translate-Modus drehen und Höhe des Roboters ändern)
  - 6 LED leuchtet grün, wenn die Verbindung zum Roboter aufgebaut wurde
  - 7 Daumenjoystick links (vorwärts/rückwärts, im Rotate- und Translate-Modus vor/zurück sowie seitliche Bewegung).
  - 8 D-Pad auf/ab stellt die Höhe des Roboters ein (auf = höher, ab = niedriger)
  - 9 D-Pad links/rechts stellt die Laufgeschwindigkeit ein (links = langsamer, rechts = schneller)
  - 10 Obere Taste = Translate-Modus (Toggle-Funktion)
  - 11 Untere Taste = Rotate-Modus (Toggle-Funktion)
  - 12 Ein-/Ausschalter
  - 13 Gangart auswählen (Tripod-6, Tripod-8, Tripple-12, Tripple-16, Ripple-12, Wave-24). Bei jedem erneuten Betätigen der Taste wird die Gangart, wie in der Liste beschrieben, durchgeschaltet. Beginnt die Liste von vorne (Tripod-6), so wird dies mit einer anderen Tonfolge durch das Hexapod Roboter-Board signalisiert.
  - 14 Ohne Funktion
  - 15 Gamepad aktivieren (danach reagiert der Roboter auf Steuerbefehle)
  - 16 Aktiviert doppelte Schritthöhe (Toggle Funktion)
  - 17 Aktiviert doppelte Schrittweite (Toggle Funktion)
- Alle Taster mit Toggle-Funktion (erneutes Betätigen wechselt den Zustand) lassen das Roboter-Board in unterschiedlicher Tonfolge piepen. Drücken Sie die Taste zum ersten Mal, so quittiert das Hexapod-Roboter-Board dies mit einem Piepton und beim erneuten Betätigen (Urzustand) mit einer Tonfolge. So können Sie leicht herausfinden, in welchem Zustand sich der Roboter befindet. Nach Ertönen der Tonfolge ist der immer der Urzustand (Startzustand) aktiv.

## 16. Beine kalibrieren

Um die Beine genau einzustellen, verwenden Sie das Programm „Terminal“ (sofern Sie mit dem Windows-Betriebssystem) arbeiten oder alternativ das Arduino IDE Terminal.

Das Ziel ist es nun, die Beine auf eine genaue Grundkonfiguration einzustellen. Beim Zusammenbau der Mechanik werden Sie die Beine aufgrund der Zahnung der Servo-Scheiben und der mechanischen Toleranzen nicht zu 100% in die Grundkonfiguration bringen können. Mit Hilfe dieses Tools können Sie diese Abweichungen ausgleichen.

In Bild 69 ist zu sehen, wie die Grundkonfiguration für jedes Bein aussehen muss.

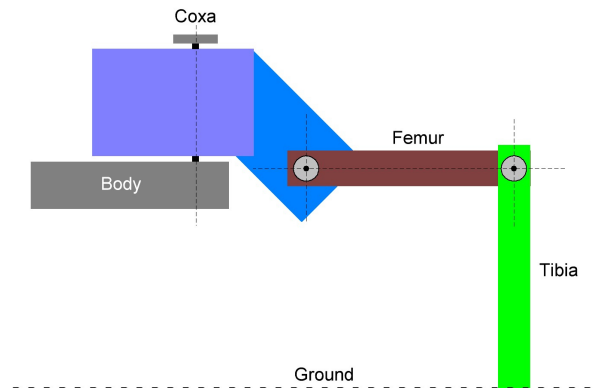


Bild 69

Die fiktiven roten Linien zeigen wie das Bein auszurichten ist. Der Oberschenkel „Femur“ muss so ausgerichtet sein, dass er parallel zum Boden steht.

Das Schienbein „Tibia“ steht senkrecht zum Boden und ergibt einen Winkel von 90° zum Oberschenkel.

Wenn der Roboter wie in der Abbildung auf einer ebenen Unterlage mit einer Montagehilfe aufgestellt wird, kann der Abstand zwischen Tisch und der Mitte der M3-Kreuzschrauben leicht mit einem Lineal gemessen werden. Auch der Winkel kann mit einem Lineal leicht überprüft werden, indem Sie das Lineal wie in der Abbildung als Winkel benutzen. Das Lineal steht mit der kurzen Kante auf dem Tisch und die lange Seite muss sich mit der vertikalen roten Linie decken.

Bild 70 zeigt ein fertig montiertes Bein in der Grundstellung. Im Idealfall würde die rote Linie genau in der Mitte der Schraubenköpfe verlaufen. Da die Servoscheiben wegen der Zahnung und der Montage-Toleranz dies nicht zulassen, liegt diese evtl. bei manchen Beinen leicht daneben. Dies können Sie nun mit dem Kalibrieren korrigieren.

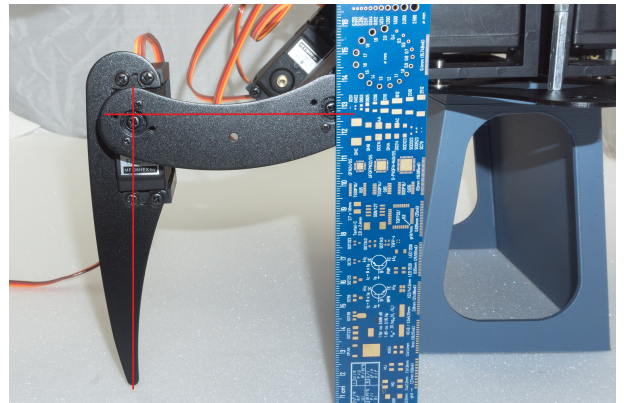


Bild 70

### → Montagehilfe verwenden:

Zur Kalibrierung der Beine ist unsere Montagehilfe optimal geeignet.

Die Montagehilfe ist als 3D-Modell als Download auf [www.conrad.com](http://www.conrad.com) unter dem Produkt verfügbar. Zum Druck benötigen Sie einen geeigneten 3D-Drucker. Alternativ dazu kann natürlich auch jegliche andere Unterlage wie ein Topf, eine stabile Schachtel oder ähnliches verwendet werden. Wichtig ist, dass der Roboter stabil darauf steht und nicht wackelt; die Beine dürfen in der Bewegung nicht behindert werden.

## Beine kalibrieren mit PC

Sofern Sie Windows benutzen, können Sie das Programm „Terminal“ nutzen. Das Programm befindet sich im Ordner „Terminal“.

Benutzen Sie MAC OS oder Linux, können Sie diesen Teil überspringen und den Abschnitt „Beinkalibrierung mit der Arduino IDE“ fortfahren.

- Starten Sie das Programm mit der Datei „Terminal.exe“ und führen Sie die Kalibrierung durch. Stellen Sie den Roboter zuvor auf eine Erhöhung, so dass sich die Beine frei in der Luft bewegen können. Eine stabile Schachtel kann z.B. als Erhöhung dienen.
- Verbinden Sie das Hexapod-Roboter-Board (Anschluss „PRG-M“) mit Ihrem Computer, wie bereits beim Aufspielen der Firmware durchgeführt.
- Schließen Sie den Akku am Hexapod-Roboter-Board an.
- Starten Sie das Programm „Terminal.exe“.
- Wählen Sie jetzt den seriellen Anschluss aus (gleicher Anschluss wie bei der Programmierung). Klicken Sie dazu auf „Select Port“. Falls mehr als ein Gerät angezeigt wird, so stecken Sie die Hauptplatine einfach kurz aus und wieder am USB-Anschluss an. Das Gerät, welches dann kurz verschwunden war, ist das richtige.
- Wählen Sie unter „Baudrate“ 38400 Baud aus.
- Klicken Sie auf „Connect“. Der Roboter meldet sich im Terminalfenster, wie in Bild 71 gezeigt.
- Klicken Sie oben links auf „Servo offset mode“, um in den Kalibriermodus zu gelangen.
- Der Roboter „wackelt“ nun mit dem Servo, welches zum Einstellen ausgewählt ist.
- Durch mehrmaliges Klicken auf „+“ und „-“ können Sie das ausgewählte Servo in kleinen Schritten exakt einstellen.
- Haben Sie das Servo fertig eingestellt, so können Sie mit einem Klick auf „Next“ das nächste Servo einstellen, bis Sie alle 18 Servos eingestellt haben. Sie können auch mit einen Klick auf die Schaltflächen „Leg RR“, „Leg RM“, „Leg RF“, „Leg LR“, „Leg LM“ und „Leg LF“ gezielt ein Bein auswählen.
- Sind alle Servos eingestellt, so klicken Sie auf „Exit“. Das Programm fragt nun, ob die Einstellungen gespeichert werden sollen. Klicken Sie auf „Yes“ um die Einstellungen zu speichern oder „No“, um die Einstellungen zu verwerfen.
- Mit „Clear Terminal“ können Sie den Inhalt des Terminalfensters löschen.

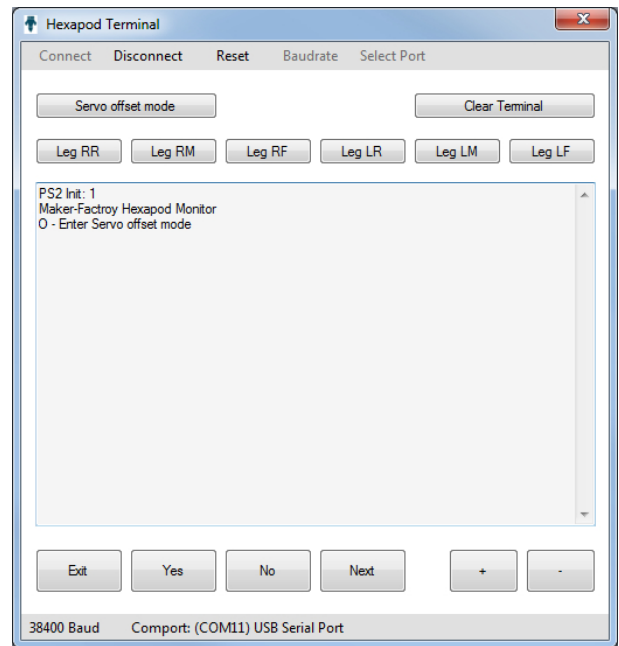


Bild 71

## Beine kalibrieren mit der Arduino IDE

Sofern Sie einen MAC oder Linux benutzen, können Sie das Programm „Terminal“ nicht nutzen (nur für Windows geeignet). Sie können jedoch die Beine trotzdem einstellen, indem Sie ein anderes Terminal-Programm Ihrer Wahl nutzen.

Am einfachsten ist es, das Arduino Terminal zu nutzen. Dieses können Sie in der Arduino IDE aufrufen.

Die Abbildung zeigt das Arduino-Terminal, nachdem sich das Terminal mit dem Roboter-Board verbunden hat.

### Gehen Sie wie folgt vor:

- Verbinden Sie das Hexapod-Roboter-Board (Anschluss „PRG-M“) mit Ihrem Computer, wie bereits beim Aufspielen der Firmware durchgeführt.
- Schließen Sie den Akku am Hexapod-Roboter-Board an.
- Starten Sie das Terminal-Programm.
- Sofern Sie ein anderes Terminal verwenden als das Arduino-Terminal, wählen Sie den seriellen Anschluss aus (gleicher Anschluss wie bei der Programmierung).
- Wählen Sie als Baudrate 38400 Baud aus. Kein LF und CR bzw. im Arduino-Terminal „No line encoding“.
- Verbinden Sie das Terminal mit dem Roboter. Der Roboter meldet sich im Terminalfenster, wie in Bild 72 gezeigt. Beachten Sie: Das Arduino-Terminal verbindet sich sofort nach dem Öffnen!
- Drücken Sie einmal die Taste „RESET-M“ auf dem Hexapod-Roboter-Board. Bei der Verwendung des Arduino-Terminals ist dies nicht erforderlich.

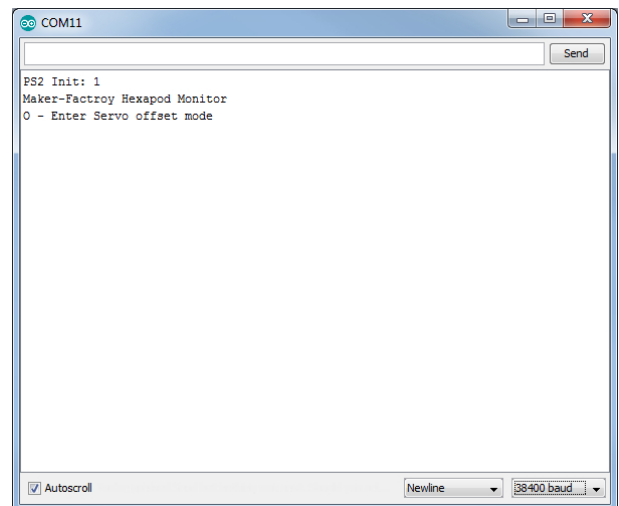


Bild 72

Im Terminalfenster erscheint folgender Text.

```
PS2 Init: 0
Maker Factory Hexapod Monitor
O - Enter Servo offset mode
```

Senden Sie ein „O“ an das Roboter-Board, indem Sie „O“ in die Sendezeile schreiben und danach die Enter-Taste drücken. Der Roboter „wackelt“ nun mit dem Servo, das zum Einstellen ausgewählt ist.

—> Die Zeichen können klein oder groß geschrieben werden („o“ als auch „O“ ist möglich).

Danach erscheint im Terminal folgende Meldung:

```
Serial Cmd Line:o<eol>
Find Servo Zeros.
$-Exit, +- changes, *-change servo
0-5 Chooses a leg, C-Coxa, F-Femur, T-Tibia
Servo: RR Coxa(0)
```

Folgende Eingabemöglichkeiten stehen zur Verfügung:

- Mit „\$“ verlassen Sie die Kalibrierung -> Exit
- Mit „+“ oder „-“ können Sie das ausgewählte Servo in kleinen Schritten exakt einstellen. Die Zeichen müssen so oft an das Hexapod Roboter-Board gesendet werden, bis das Bein richtig justiert ist.
- Mit „\*“ wählen Sie das nächste Servo aus.
- Mit einer Zahl von 0 bis 5 können Sie die Beine einzeln anwählen.

0 = Leg RR („right rear“ = hinten rechts)

1 = Leg RM („right middle“ = Mitte rechts)

2 = Leg RF („right front“ = vorne rechts)

3 = Leg LR („left rear“ = hinten links)

4 = Leg LM („left middle“ = Mitte links)

5 = Leg LF („left front“ = vorne links)

Sind alle Servos eingestellt, senden Sie ein „\$“ Zeichen. Das Programm fragt nun, ob die Daten gespeichert werden sollen. Senden Sie „y“ für speichern oder „n“, um die Einstellungen zu verwerfen.

—> Es kann sein, dass Sie diesen Kalibriervorgang nach einiger Zeit nochmals durchführen müssen. Grund hierfür ist, dass die Servos nach einer gewissen Betriebszeit ein größeres Getriebeispiel bekommen und sich die erste Kalibrierung nicht mehr als ideal erweist.

Nachdem der Robobug fertig aufgebaut und kalibriert wurde, können Sie die Schrauben M3 x 6 mm (großer Kopfdurchmesser 6 mm) wieder herausschrauben und mit Schraubensicherung versehen. Danach werden diese wieder eingeschraubt. Prüfen Sie auch alle anderen Schrauben auf festen Sitz.

# 17. Verwenden von User-Boards

Das Roboter-Board kann mit verschiedenen User-Boards ausgestattet werden, um die Funktionalität zu erweitern. Mögliche User-Boards sind z.B. Arduino UNO, NodeMCU oder kompatible Boards. Diese können direkt auf das Roboter-Board aufgesteckt werden.

Mit der im nächsten Kapitel beschriebenen Software-Bibliothek können Sie vom User-Board an den Locomotion-Controller Steuerbefehle senden oder Werte vom Locomotion-Controller lesen. Dazu aber später mehr im nächsten Kapitel „Demo Programme“.

- **Arduino-UNO**

Die beiden äußeren längeren Stiftleisten dienen zur Aufnahme eines „Arduino-UNO“-kompatiblen User-Boards. Alle Pins sind an Buchsenleisten daneben herausgeführt. Dies dient dazu, dass Sie einfach auf die Pins des Boards zugreifen können. Die Pinbelegung ist auf der Platine neben den Stiftleisten aufgedruckt und entspricht der des verwendeten Boards. Sehen Sie sich dazu die Software-Beispiele an.

- **NodeMCU**

Das beliebte WiFi-Board mit der Bezeichnung „NodeMCU“ und dem verwendeten ESP8266-WiFi-Chip kann auf dem inneren Steckplatz als User-Board verwendet werden. Auch hier sind alle Pins auf den daneben liegenden Buchsenleisten herausgeführt, was das Experimentieren erleichtert. Sehen Sie sich dazu die Software-Beispiele an.

- **SBC (Single Board Computer)**

An der Stiftleiste neben dem „ISP-U“-Anschluss kann z.B. ein Raspberry Pi 2 oder 3 oder ein beliebiger anderer SBC angeschlossen werden. Es ist über diesen Anschluss auch möglich, Funkmodule oder Bluetooth®-Module als User-Board zu verwenden. Diese Stiftleiste ist als universell zu betrachten und stellt eine Schnittstelle für eigene Erweiterungen und Entwicklungen dar.

- **Arduino UNO**

Stecken Sie ein „Arduino UNO“-Board auf das Roboter-Board wie in Bild 73 zu erkennen. Gehen Sie dabei vorsichtig vor und achten Sie darauf, dass beim Aufstecken die längeren Stiftleisten, welche in die Buchsen des „Arduino UNO“ Boards gesteckt werden, nicht verbogen werden.

Achten Sie auch darauf, dass alle Stiftleisten-Pins in die Buchsen des „Arduino UNO“ Boards eingesteckt wurden.

Es ist möglich, fast alle Arduino UNO kompatiblen Boards zu verwenden.

Nach dem Aufstecken des Boards können Sie direkt zum Kapitel „Demo Programme“ springen.

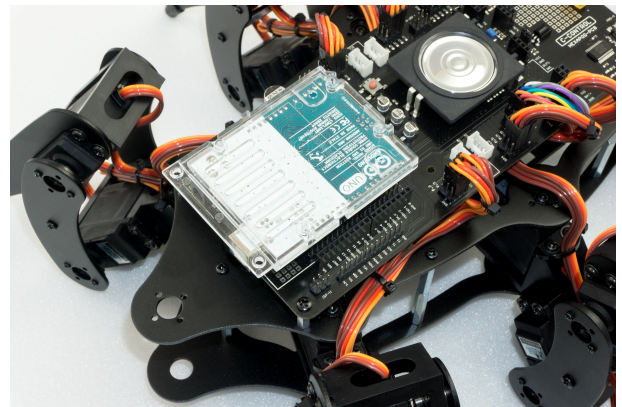


Bild 73

- **NodeMCU WiFi Board**

Das WiFi-Board mit der Bezeichnung „NodeMCU“ und dem verwendeten ESP8266 WiFi Chip kann auf dem inneren Steckplatz als User-Board verwendet werden.

Wenn Sie das Roboter-Board mit WiFi erweitern möchten, können Sie dies ganz leicht mit Hilfe dieses User-Boards tun. In den Beispielen sind bereits Programme für das NodeMCU Board enthalten, die die Steuerung von einem Webbrowser aus zeigen.

Stecken Sie ein NodeMCU Board auf das Hexapod-Roboter-Board wie in Bild 74 zu erkennen. Gehen Sie dabei vorsichtig vor und achten Sie darauf, dass beim Aufstecken die Stiftleisten nicht verbogen werden und alle Pins richtig eingesteckt sind.

Nach dem Aufstecken des Boards können Sie direkt zum Kapitel „Demo Programme“ springen.

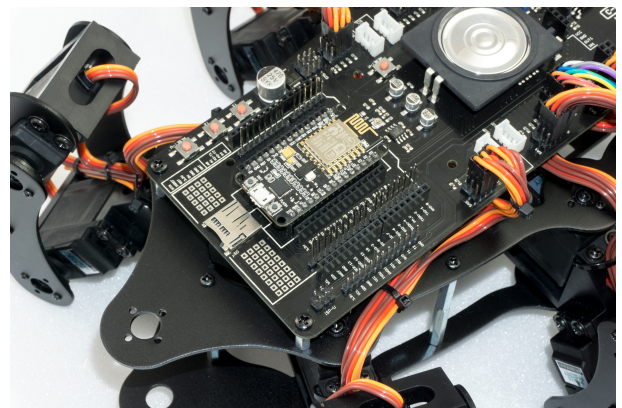


Bild 74



Achten Sie beim Kauf darauf, dass der Abstand der Stiftleisten stimmt! Es gibt zwei verschiedene Versionen auf dem Markt. Eine besitzt als USB-Chip einen Silabs CP2102, die andere Version einen CH340G.

Die Version mit dem CH340G hat einen breiteren Pinabstand und passt nicht in das Roboter-Board! Das zu verwendende NodeMCU Board muss einen Stiftleistenabstand von 23 mm besitzen.

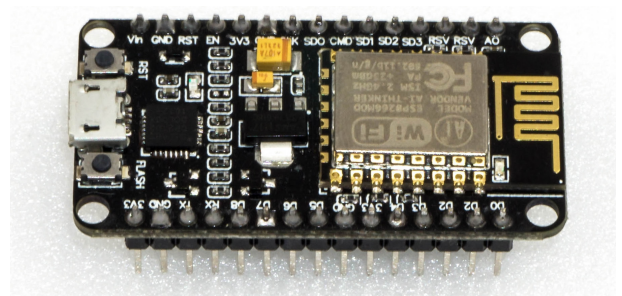


Bild 75

• **Single-Board-Computer (SBCs) und andere Boards**

Das Roboter-Board bietet die Möglichkeit, über Platinenabstandshalter einen SBC wie z.B. einen Raspberry Pi 2/3 oder kompatible zu montieren. SBC mit einem anderen Lochabstand lassen sich mit einer selbstgebauten Adapterplatine leicht montieren. Hier bietet das Roboter-Board genügend Spielraum für eigene Erweiterungen.

Die abgebildete Stiftleiste neben dem „ISP-U“ Anschluss ist ein universeller Anschlussport für SBC oder eigene Erweiterungen. Verwenden Sie für die Verdrahtung zwischen dem SBC und dem Roboter-Board am besten sogenannte „Jumpwire“ (Buchse - Buchse).



Bild 76

**Pinbeschreibung (siehe Beschriftung unterhalb der Stifte in Bild 76):**

3,3V	Versorgungseingang 3,3 V/DC für die internen Pegelwandler des Roboter-Boards (hier 3,3 V vom SBC anschließen. Verwenden Sie ein Board mit einem Pegel von 5 V, dann schließen Sie hier 5 V statt den 3,3 V an (immer die jeweilige Versorgungsspannung anschließen; der SBC versorgt dann die Pegelkonverter des Roboter-Boards mit der richtigen Spannung).
SCL	I <sup>2</sup> C-Taktleitung (hier SCL des SBC anschließen, der I <sup>2</sup> C-Bus steht dann an den Buchsen J2 und J3 zur Verfügung)
SDA	I <sup>2</sup> C-Datenleitung (hier SCL des SBC anschließen, der I <sup>2</sup> C-Bus steht dann an den Buchsen J2 und J3 zur Verfügung)
GND	Masse/GND (Minuspol)
VCC	Ausgang +5 V/DC, 1000 mA vom Spannungsregler, hier können Sie die Versorgung des SBCs anschließen
TXDU	UART-Sendeleitung des Locomotion-Controller (hier die UART RxD des SBC anschließen)
RXDU	UART-Empfangsleitung des Locomotion-Controller (hier die UART TxD des SBC anschließen)
SU1 - SU3	Diese Anschlüsse führen direkt zu der Stiftleiste SU1, SU2, SU2. Diese Pins können z.B. für Servos oder digitale Signale frei verwendet werden.
T1 - T2	Diese Pins sind mit den Tastern T1 und T2 verbunden. Die Taster sind extern mit Pull-Up Widerständen versehen und liefern ein High-Signal, wenn diese nicht betätigt sind. Die Pull-Up Widerstände können mit den Platinen-Jumpfern SJ6 und SJ7 deaktiviert werden.
GND	Masse/GND (Minuspol)



Bild 77 zeigt den Roboter und einen auf drei Platinen-Abstandshaltern mit 25 mm Länge montierten Raspberry Pi 2. Die Bohrungen zur Befestigung sind bereits im Roboter-Board vorhanden. Die Verbindung zwischen Raspberry Pi und Roboter-Board wurde mittels Steckbrücken (Jumpwire) hergestellt. Die Kabel der Steckbrücken wurden unter dem Raspberry Pi untergebracht, um eine saubere Verdrahtung zu erhalten.

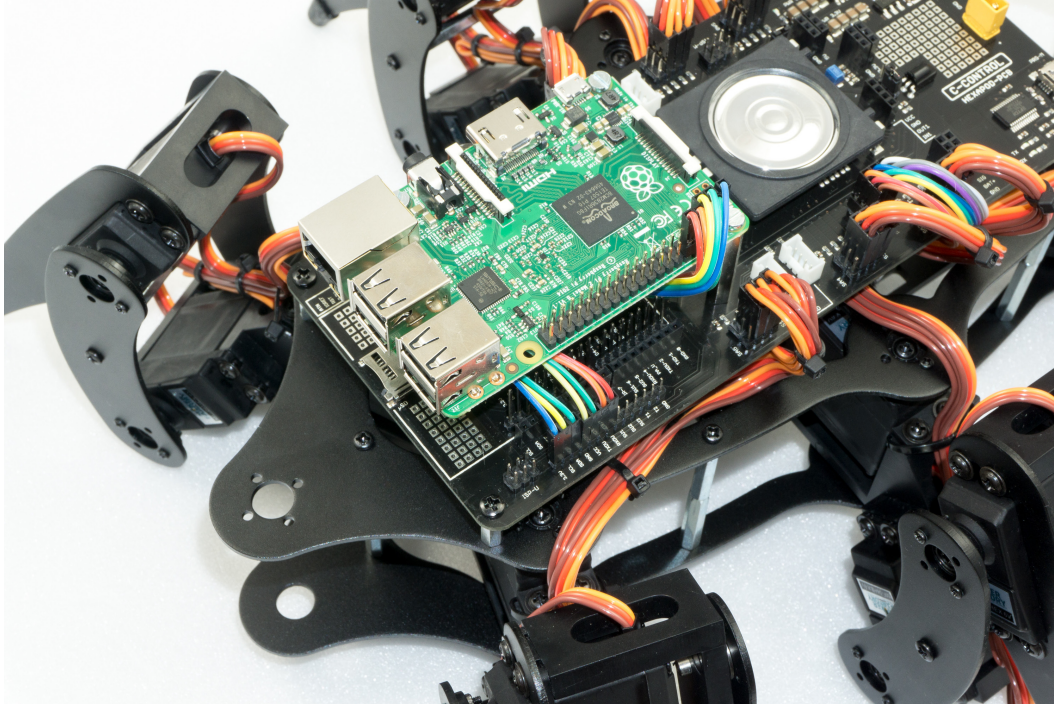


Bild 77

→ Es kann vorkommen, dass Ihr SBC sehr empfindlich auf Spannungsschwankungen reagiert und ein sicherer Betrieb über den Akku, der auch die Bein-Servos versorgt, nicht möglich ist.


Wir empfehlen in diesem Fall den SBC über eine kleine separate Powerbank zu versorgen. Hier reicht in der Praxis eine Akkukapazität der Powerbank von 2000 - 3000 mAh aus, um den SBC so lange zu versorgen, bis der Hexapod-Akku leer ist. Teils reicht es auch aus, die Stromversorgung direkt am SBC mit einem großen Kondensator 2200  $\mu\text{F}$  (oder mehr) zu stützen.

Grund für den instabilen Betrieb kann ein zu kleiner Akku mit hohem Innenwiderstand sein, oder Servos mit sehr hohem Strombedarf bzw. großen Stromspitzen.

# 18. Demo-Programme

Um die User-Boards einfach und komfortabel zu verwenden, nutzen Sie die Maker-Factory Hexapod Bibliothek. Diese wurde bereits am Anfang dieser Anleitung installiert. Die mitgelieferten Beispiele zeigen die Verwendung der User-Boards und die Funktionalität der Arduino Hexapod-Bibliothek.

Bei der Verwendung von User-Boards, welche nicht Arduino-kompatibel sind (wie z.B. SBC) sehen Sie sich die „Hexapod\_Lib.h“-Datei an. In dieser wird gezeigt, wie die Kommunikation zwischen dem User-Board und dem Locomotion-Controller funktioniert. Diese soll Ihnen als Beispiel zum Entwickeln einer eigenen Funktionsbibliothek dienen. Endpacken Sie dazu die ZIP-Datei „\Library-Demos\Maker-Factory-Hexapod-Vx.1.zip“ aus dem Download-Bundle und sehen Sie sich den Quellcode der Bibliothek in einem Editor wie Notepad oder einer Entwicklungsumgebung Ihrer Wahl an.

 Die mitgelieferten Beispiele sind für „Arduino UNO“- und „NodeMCU“-Boards, die mit der Arduino IDE programmiert werden, ausgelegt.

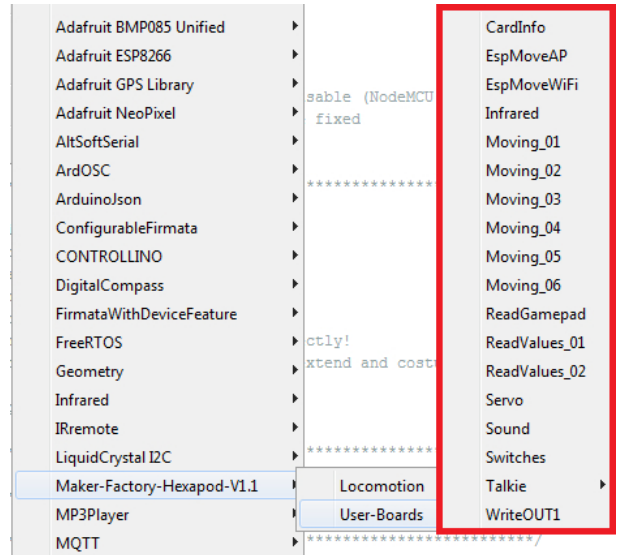


Bild 78

Die Arduino-Beispiele zeigen, wie die Bibliothek zu verwenden ist. Diese finden Sie in der Arduino IDE unter Examples\Maker-Factory-Hexapod-Vx.x\...“. Sehen Sie sich in Ruhe alle Beispiele an und testen Sie diese auf Ihrem Hexapoden. Wenn Sie die Beispiele verstanden haben, können Sie loslegen und eigene Programme damit erstellen. Sehen Sie sich dazu auch die „Hexapod\_Lib.h“ genauer an. Diese können Sie mit etwas Erfahrung sehr leicht mit eigenen Funktionen erweitern.

### Kurzbeschreibung der mitgelieferten Beispiele für Locomotion:

Im Ordner „Locomotion“ finden Sie die Beispiele für den Locomotion-Controller (Arduino MEGA2560).

- **„LEDs“**  
Kleines Testprogramm, das die beiden LEDs (User und Live) abwechselnd blinken lässt.
- **„Motion-Firmware“**  
Firmware des Locomotion-Controllers.
- **„ServoCenter“**  
Dieses Programm bringt die Servos in die Mittelstellung. Wird zum mechanischen Zusammenbau des Hexapod-Roboters benötigt.

## Kurzbeschreibung der mitgelieferten Beispiele für User-Boards:

Im Ordner „User-Boards“ finden Sie die Beispiele für Arduino UNO und NodeMCU bzw. kompatible Boards.



Stellen Sie vor der Verwendung die Arduino IDE auf das richtige Arduino-Board um! Lesen Sie auch die Informationen in den Kommentaren zu den jeweiligen Beispielen!

→ In der „Hexapod\_Lib.h“ befinden sich alle Funktionen, die vom UserBoard zum Locomotion-Controller geschickt und empfangen werden. Für den fortgeschrittenen Entwickler lohnt es sich, einen Blick hineinzuworfen oder diese um eigene Funktionen zu erweitern. Die Funktionen enthalten einen ausführlichen Kommentar, welche Parameter übergeben werden können. Der Programmcode für den Empfang der Daten, Senden der Daten an das UserBoard sowie die Auswertung des Gamepads befindet sich in der Locomotion-Firmware in der Datei „Data\_Input.h“.

Die „Hexapod\_Lib.h“ finden Sie außerdem auf der Internetseite zum Produkt als Download.

### • „CardInfo“

→ Dieses Beispiel ist nur für Arduino UNO bzw. kompatible Boards!

Sie können mit diesem Beispiel die Funktion des MicroSD-Kartenlesers prüfen. Stecken Sie dazu eine MicroSD-Speicherkarte mit willkürlichem Inhalt in den Kartenslot und starten Sie das Beispiel. Im Terminal wird Ihnen der Inhalt der Speicherkarte angezeigt (Dateinamen). Es funktionieren alle original Arduino SD-Karten Beispiele. Es muss dabei nur der Pin für „CS“ (Chipselect) wie in diesem Beispiel abgeändert werden. Die Terminal-Baudrate beträgt 19200 Baud.

### • „EspMoveAP“

→ Dieses Beispiel ist nur für NodeMCU-Boards!

Das Beispiel zeigt die Steuerung über einen HTTP-Server über eine direkte WiFi-Verbindung zum NodeMCU-Board. Das Programm baut einen Access-Point auf, mit dem Sie sich z.B. mit einem Smartphone verbinden können. Die vergebene IP-Adresse wird im Terminal ausgegeben. Diese tippen Sie in Ihren Browser ein. Danach lädt dieser die Weboberfläche zum Steuern des Roboters. Sie können dann durch Antippen oder Klicken der Schaltflächen den Roboter über WiFi steuern. Das Beispiel kann leicht von Ihnen auf weitere Funktionalitäten erweitert werden. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

### • „EspMoveWiFi“

→ Dieses Beispiel ist nur für NodeMCU-Boards!

Das Beispiel zeigt die Steuerung über einen Webbrowser über eine WiFi-Verbindung zum NodeMCU-Board. Das Programm baut eine Verbindung zu Ihrem Router auf und der Roboter ist dann innerhalb Ihres Netzwerkes erreichbar. Die vergebene IP-Adresse wird im Terminal ausgegeben. Diese tippen Sie in Ihren Browser ein. Danach lädt dieser die Weboberfläche zum Steuern des Roboters. Sie können dann durch Antippen oder Klicken der Schaltflächen den Roboter über WiFi steuern. Das Beispiel kann leicht von Ihnen auf weitere Funktionalitäten erweitert werden. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

### • „Infrared“

→ Dieses Beispiel ist nur für Arduino UNO bzw. kompatible Boards!

Das Beispiel liest einen RC5 Infrarot-Code aus und gibt die Werte am Terminal aus. Stecken Sie den Jumper J8 dazu in Richtung der Beschriftung „IR-U“. Als IR-Sender kann eine Universalfernbedienung dienen, die auf RC5 eingestellt wurde (viele Philips-Geräte arbeiten mit RC5), welche für TV und Audiogeräte im Handel erhältlich sind. Die Terminal-Baudrate beträgt 19200 Baud.

### • „Moving\_01“

Dieses Beispiel zeigt, wie Daten ohne die „Hexapod Bibliothek“ an den Locomotion-Controller gesendet werden. Dieses Beispiel eignet sich gut als Grundlage für die Verwendung von SBC. Es sollte jedoch bereits Erfahrung in der Programmierung vorhanden sein! Sehen Sie sich dazu die Funktion SendData() genauer an. Hier sehen Sie, wie Daten vom User-Board an den Locomotion-Controller gesendet werden. Das Programm macht keine Acknowledge-Auswertung, sondern sendet die Daten nur an den Locomotion-Controller, ohne eine Antwort vom Locomotion-Controller auszuwerten.

### • „Moving\_02“

Dieses Beispiel ist ideal für den Einstieg in die Programmierung der User-Boards und zeigt die Grundfunktionen, um den Hexapod mit Hilfe der Bibliothek zu steuern.

### • „Moving\_03“

Dieses Beispiel zeigt die Verwendung der ROBOT\_MOVE() Funktion.

### • „Moving\_04“

Dieses Beispiel zeigt die Verwendung der ROBOT\_ROTATE\_MODE() und ROBOT\_TRANSLATE\_MODE() Funktion.

### • „Moving\_05“

Dieses Beispiel zeigt die Verwendung der ROBOT\_SINGLE\_LEG() Funktion.

### • „Moving\_06“

Dieses Beispiel zeigt, wie ein User-Programm mit Hilfe des Gamepads unterbrochen werden kann. Verwenden Sie bei diesem Beispiel das Terminal, um die Meldungen vom Roboter zu erhalten. Stellen Sie dazu den Roboter auf eine Erhöhung, so dass sich die Beine in der Luft bewegen, ohne den Boden zu berühren. So haben Sie die Möglichkeit, die Ausgaben beim Steuern des Roboters auf dem Terminal zu beobachten. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

### • „ReadGamepad“

Das Beispiel zeigt, wie Sie die Steuerdaten des Gamepads vom Locomotion-Controller lesen können. Wenn Sie den Jumper „J7“ aufstecken, reagiert der Locomotion-Controller nicht mehr auf das Gamepad. Es ist dann möglich, die Daten nur auf dem User-Board zu verwenden und eigene Steuerungen zu realisieren. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

- **„ReadValues\_01“**

Das Beispiel zeigt, wie Sie Daten zwischen Locomotion-Controller und User-Board ohne Bibliothek senden und einlesen können. Dieses Beispiel eignet sich gut als Grundlage für die Verwendung von SBC. Es sollte jedoch bereits Erfahrung in der Programmierung vorhanden sein! Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

- **„ReadValues02“**

Dieses Beispiel zeigt, wie Daten vom Locomotion-Controller mit Hilfe der Bibliothek eingelesen werden. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

- **„Servo“**

Das Beispiel zeigt die Verwendung von zusätzlichen Servos, welche über das User-Board gesteuert werden. Es werden die Anschlüsse SU1 bis SU3 dazu verwendet. Es ist auch möglich, die Anschlüsse SU1 bis SU3 für andere Komponenten wie Sensoren, Taster, Schalter etc. zu verwenden. Die Terminal-Baudrate beträgt 115200 Baud.

- **„Sound“**

Das Beispiel zeigt eine einfache Tonausgabe über den Lautsprecher.

- **„Switches“**

Das Beispiel zeigt wie, die User-Taster T1 und T2 abgefragt werden.

- **„Talkie“**

Talkie zeigt, wie eine Sprachausgabe mit Hilfe der Talkie-Bibliothek realisiert werden kann. Talkie ist eine Implementierung des Texas Instruments Sprachsynthesizers ICs auf einem Arduino Board. Dieses IC wurde in den frühen 80igern sehr oft verbaut. Man fand diese Sprachausgabe oft in teuren Uhren, Spiele-Computern, Lerncomputern und vielen anderen Geräten. Der unverwechselbare Sound aus den 80igern ist damit auch auf dem Hexapod Roboter-Board verfügbar. Es sind in den Beispielen über 1000 vorgefertigte Phrasen enthalten, die zu Sätzen zusammengebaut werden können. Sollte Ihnen die Sprachausgabe zu leise sein, so können Sie die Lautstärke am Trimmer „Vol.“ auf dem Hexapod Roboter-Board erhöhen. Zudem können Sie noch eine kleine „Lautsprecherbox“ für den Lautsprecher bauen, dies erhöht die Lautstärke deutlich! Eine einfache kleine Schachtel kann hier wahre Wunder bewirken.

- **„WriteOUT1“**

Dieses Beispiel zeigt, wie Sie die Aus-/Eingänge IN1 und OUT1 des Locomotion-Controllers lesen und schreiben können. Sie erhalten somit einen zusätzlichen Ein- und Ausgang zum User-Board. Die Pins sind direkt mit dem Locomotion-Controller verbunden und können maximal 20 mA Strom liefern. Die maximale Eingangsspannung für den Eingang beträgt 5 V/DC.

# 19. Übersicht der Anschlüsse und Komponenten des Roboter-Boards

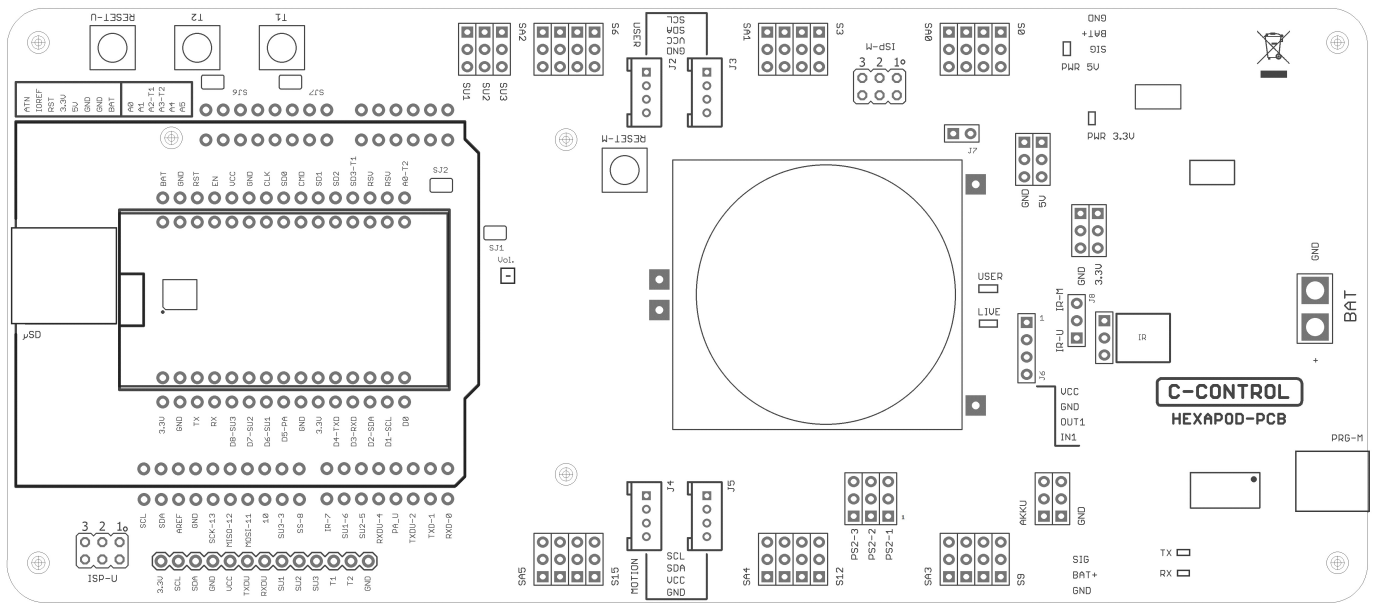



Bild 79

Legen Sie die das Roboter-Board wie auf der Abbildung gezeigt vor sich hin, um sich einen Überblick über die Anschlussmöglichkeiten zu verschaffen.

➔ Auf [www.conrad.com](http://www.conrad.com) auf der Internetseite zum Produkt finden Sie zudem den Schaltplan zum Board.

## Das Hexpod Roboter-Board verfügt über folgende Anschlüsse und Komponenten:

BAT	XT30-Stecker zum Anschluss des Akkus, der zur Stromversorgung des Boards dient. Betriebsspannung 4,5 bis 10 V/DC („+“ = Pluspol; „GND“ = Minuspol). Je nach verwendeten Servos sollte als Stromversorgung ein NiMH-Akku mit 5 Zellen (Nennspannung 6,0 V) und einer Kapazität von mindestens 2000 mAh zum Einsatz kommen.
PRG-M	USB-Anschluss zur Programmierung des Locomotion-Controllers.
TX-LED	Signalisiert bei der Übertragung eines Programms in den Locomotion-Controller die Sendeleitung (schnelles Blinken bei der Übertragung).
	Signalisiert bei der Übertragung eines Programms in den Locomotion-Controller die Empfangsleitung (schnelles Blinken bei der Übertragung).
AKKU & GND	An diesen Pins kann die Akkuspannung abgegriffen werden („AKKU“ = Pluspol, „GND“ = Minuspol).  Die Pins sind nicht gegen Kurzschluss geschützt! Arbeiten Sie hier vorsichtig und verursachen Sie keinen Kurzschluss! Dies kann zur Zerstörung der Pins und des Hexapod Roboter-Boards führen! Dieser Anschluss steht für eigene Erweiterungen und Experimente zur Verfügung.
J6	Hier stehen an den Pins „VCC“ und „GND“ stabilisierte 5 V/DC/1000 mA zur Verfügung. Dieser Anschluss dient für eigene Erweiterungen und Experimente („VCC“ = Pluspol, „GND“ = Minuspol).
OUT1	Dies ist ein digitaler Ausgang des Locomotion-Controllers. Er kann über ein Kommando vom User-Board auf HIGH (+5 V/DC) oder LOW (0 V/DC) geschaltet werden. Die maximale Strombelastbarkeit beträgt 20 mA. Dieser Anschluss steht für eigene Erweiterungen und Experimente zur Verfügung.
IN1	Dies ist ein digitaler Eingang des Locomotion-Controllers. Er kann über ein Kommando vom User-Board einen digitalen Zustand lesen. Eine logische 1 wird zwischen 3,5 und 5 V/DC erkannt; eine logische 0 bei einer Spannung kleiner als 3,3 V/DC. Die maximale Eingangsspannung von 5 V/DC darf nicht überschritten werden! Dieser Anschluss steht für eigene Erweiterungen und Experimente zur Verfügung.
IR	Der Infrarotempfänger „IR“ kann wahlweise mit dem Jumper „J8“ mit dem Locomotion-Controller (Jumperstellung „IR-M“) oder mit dem User-Board (Jumperstellung „IR-U“) verbunden werden. Der Empfänger ermöglicht es, ein 38 kHz-Infrarotsignal z.B. einer Universalfernbedienung oder eines selbstgebaute IR-Senders zu empfangen.
LIVE-LED	Die blaue „LIVE-LED“ signalisiert den Zustand des Locomotion-Controllers. Ist der Locomotion-Controller aktiv, blinkt diese LED in unterschiedlichen Zuständen.
USER-LED	Die rote „USER-LED“ signalisiert, dass das PS2-kompatible Gamepad aktiviert ist und die Steuerkommandos vom User-Board nun ignoriert werden.

3.3V & GND	An diesen Pins stehen stabilisierte 3,3 V/DC/400 mA zur Verfügung. Dieser Anschluss steht für eigene Erweiterungen und Experimente zur Verfügung („3.3V“ = Pluspol, „GND“ = Minuspol).
5V & GND	An diesen Pins stehen stabilisierte 5 V/DC/1000 mA zur Verfügung. Dieser Anschluss steht für eigene Erweiterungen und Experimente zur Verfügung („5V“ = Pluspol, „GND“ = Minuspol).
3.3V PWR-LED	Die rote LED signalisiert, dass die 3.3 V-Spannungs-/Stromversorgung arbeitet. Sie leuchtet, sobald am BAT-Anschluss eine Stromversorgung angeschlossen ist.
5V PWR-LED	Die rote LED signalisiert, dass die 5 V-Spannungs-/Stromversorgung arbeitet. Sie leuchtet, sobald am BAT-Anschluss eine Stromversorgung angeschlossen ist.
J7	Der Jumper „J7“ deaktiviert in der Locomotion-Controller-Firmware die Auswertung des PS2-kompatiblen Gamepads (der Roboter lässt sich dann nicht mehr über das Gamepad steuern). Die Gamepad-Steuerbefehle können dann nur noch über das User-Board ausgelesen werden!
ISP-M	ISP-Anschluss („In-System-Programmierung“) des Locomotion-Controllers. Über diesen Anschluss kann der Locomotion-Controller über ein ISP-Programmiergerät programmiert werden. Es ist zudem möglich, diesen Anschluss zum Einbinden von eigenen Komponenten mit SPI-Schnittstelle zu verwenden.
PS2-1 - PS2-3	An diesen Pins kann ein PS2-kompatibles Gamepad, welches als Zubehör erhältlich ist, angeschlossen werden. Über diesen Controller kann der Roboter manuell gesteuert werden, ähnlich einem ferngesteuerten Auto.
J2 & J3	Die beiden Buchsen sind mit dem I2C-BUS-Anschluss des Locomotion-Controllers verbunden und können für eigene Erweiterungen genutzt werden. Die Anschlüsse sind mit den „SEEED-GROVE“ Komponenten kompatibel.
J4 & J5	Die beiden Buchsen sind mit dem I2C-BUS-Anschluss des User-Boards verbunden und können für eigene Erweiterungen genutzt werden. Die Anschlüsse sind mit den „SEEED-GROVE“ Komponenten kompatibel.
RESET-M	Der Taster löst beim Drücken einen Hardware-Reset des Locomotion-Controllers aus.
S0 - S17	An diesen Anschlüssen werden die „Bein-Servos“ des Hexapods angeschlossen. Die Stiftheisten sind immer in Blöcken angeordnet, die dem jeweiligen Bein zugeordnet sind. Von der jeweiligen Beschriftung (S...) aus werden die Anschlüsse für „Coxa - Hüfte“, „Femur - Oberschenkel“ und „Tibia - Schienbein“ gezählt. Die Pins sind mit den gängigsten Servos kompatibel. Achten Sie hier auf richtige Polung. Die Polung ist auf der Platine mit „SIG“ für Signalleitung, „BAT+“ für den Pluspol und „GND“ für den Minuspol beschriftet.
SA0 - SA5	Die analogen Eingänge SA0 bis SA5 können für eigene Erweiterungen in der Locomotion-Firmware verwendet werden. In der „Motion-Firmware“ können diese auch über eine Funktion vom User-Board abgefragt werden.
SJ1	Der PCB-Jumper „SJ1“ verbindet den Audioverstärker mit dem Locomotion-Controller. In den meisten Praxisfällen bleibt diese Verbindung bestehen. Sie können den Jumper, falls nötig, mit einem kleinen Tapetenmesser vorsichtig durchtrennen. Mit einem Lötkolben und etwas Lötzinn können Sie die Verbindung wieder herstellen.
Lautsprecher	Der Lautsprecher dient zur Ausgabe der Signaltöne und ist mit dem Audioverstärker verbunden. Die Signaltöne können vom Locomotion-Controller und auch vom User-Board generiert werden.
Vol.	Der Trimmer „Vol.“ dient zum Einstellen der Lautstärke der Signaltöne des Locomotion-Controllers und des User-Boards. Drehen Sie den Trimmer in Richtung der Taster, so wird die Lautstärke erhöht; in der entgegengesetzten Richtung wird sie leiser. Zum Einstellen des kleinen Trimmers hat sich in der Praxis ein kleiner Uhrmacher-Schraubendreher herausgestellt. Seien Sie beim Einstellen vorsichtig, um den Trimmer nicht zu beschädigen! Grundeinstellung ist die Mittelstellung des Trimmers.
T1 & T2	Die Taster „T1“ und „T2“ können mit dem User-Board genutzt werden. Sehen Sie sich hierzu die Software-Beispiele an.
SJ6 & SJ7	Die PCB-Jumper „SJ6“ und „SJ7“ verbindet die Ausgänge der Taster „T1“ und „T2“ mit einem 22 kOhm Pullup-Widerstand, so dass im User-Board Programm keine Pullup-Widerstände aktiviert werden müssen. In den meisten Praxisfällen bleibt diese Verbindung bestehen. Sie können die Jumper, falls nötig, mit einem kleinen Tapetenmesser vorsichtig durchtrennen. Mit einem Lötkolben und etwas Lötzinn können Sie die Verbindung wieder herstellen.
RESET-U	Der Taster „RESET-U“ führt einen Reset des User-Boards durch.
SJ2	Der PCB-Jumper „SJ2“ verbindet den Taster „T2“ mit dem NodeMCU User-Board. Der verwendete Pin der NodeMCU ist der analoge Eingang und kann bei anderweitiger Verwendung vom Taster „T2“ über diesen Jumper abgetrennt werden. Im Normalfall bleibt diese Verbindung bestehen. Sie können den Jumper, falls nötig, mit einem kleinen Tapetenmesser vorsichtig durchtrennen. Mit einem Lötkolben und etwas Lötzinn können Sie die Verbindung wieder herstellen.
SU1 - SU3	Die Anschlüsse SU1, SU2 und SU3 sind mit den User-Board-Steckplätzen verbunden und können für eigene Anwendungen genutzt werden. Sie besitzen die gleiche Polung wie die der Servo-Anschlüsse der Bein-Servos. Sehen Sie sich hierzu die Software-Beispiele an.
µSD	Der Kartensteckplatz für eine MicroSD-Karte ist mit dem Arduino-UNO kompatiblen User-Board-Steckplatz verbunden und kann für eigene Anwendungen genutzt werden. Sehen Sie sich hierzu die Software-Beispiele an.
ISP-U	ISP-Anschluss („In-System-Programmierung“) des „Arduino UNO“-kompatiblen User-Board-Steckplatzes. Über diesen Anschluss kann das User-Board über ein ISP-Programmiergerät programmiert werden. Es ist zudem möglich, diesen Anschluss zum Einbinden von eigenen Komponenten mit SPI-Schnittstelle zu verwenden. → Der Locomotion-Controller befindet sich unter dem Lautsprecher.

# 20. Schematische Systemübersicht (Blockschaltbild)

Das Diagramm zeigt schematisch die interne Verdrahtung und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Roboter-Boards und dient als Hilfestellung bei der Programmierung.

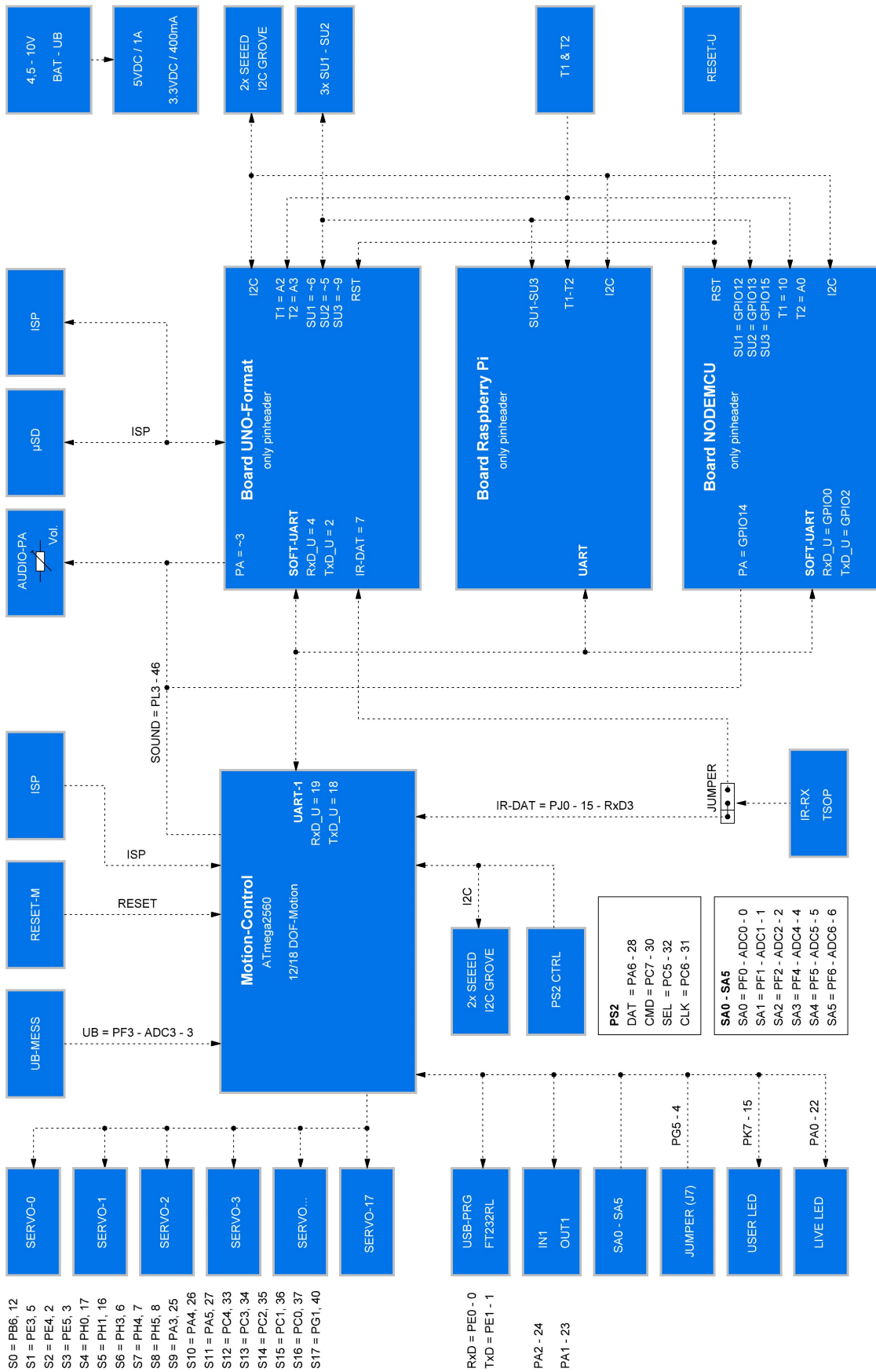


Bild 80

## 21. Pan-Einheit

---

Optional kann ein zusätzliches Servo erworben werden und der Roboter kann um eine Pan-Einheit (Schwenkeinheit) erweitert werden. Im Komplett-Kit liegt bereits ein zusätzlicher U-Halter mit Zubehör bei. An dieser können z.B. Sensoren oder Gesichter montiert werden. Sehen Sie sich dazu auch die zusätzlichen Downloads zum Robobug an. Im Downloadbereich stehen verschiedene 3D-druckbare Dateien zur Verfügung, um Ihren Roboter zu erweitern. Die Pan-Einheit wird auf die bereits bekannte Weise wie die Beine montiert. Bild 81 zeigt die fertig montierte Pan-Einheit am Roboter.

Das Servo kann dann über ein Userboard z.B. über ein Arduino™ UNO angesteuert werden. Angesteckt wird das Servo an eine der Stiftleisten SU1 bis SU3.

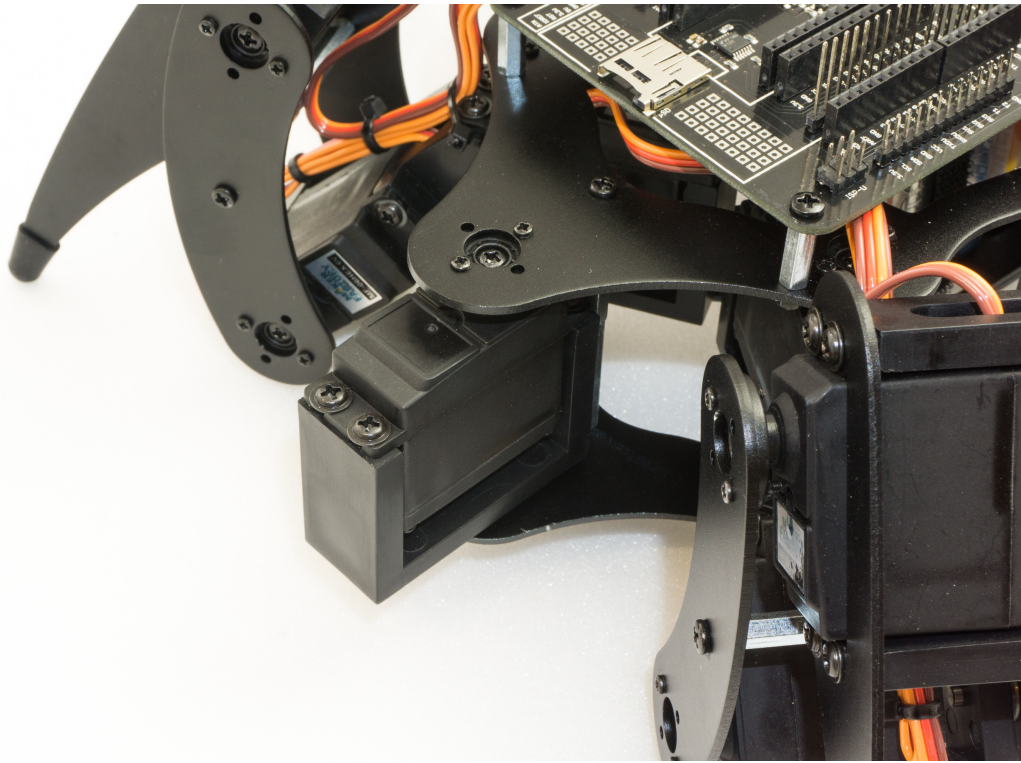


Bild 81



## 22. Pinzuweisung der User-Boards

Locomotion-Controller (ATmega2560)		
	Port	Arduino
S0	PB6	12
S1	PE3	5
S2	PE4	2
S3	PE5	3
S4	PH0	17
S5	PH1	16
S6	PH3	6
S7	PH4	7
S8	PH5	8
S9	PA3	25
S10	PA4	26
S11	PA5	27
S12	PC4	33
S13	PC3	34
S14	PC2	35
S15	PC1	36
S16	PC0	37
S17	PG1	40
SA0	PF0	A0
SA1	PF1	A1
SA2	PF2	A2
SA3	PF4	A4
SA4	PF5	A5
SA5	PF6	A6
PS2_DAT	PA6	28
PS2_CMD	PC7	30
PS2_SEL	PC5	32
PS2_CLK	PC6	31
IR	PJ0	15
UB-MESS	PF3	A3
SOUND	PL3	46
Jumper J7	PG5	4
IN1	PA2	24
OUT1	PA1	23
RxD-U	PD2/RxD1	Serial1
TxD-U	PD3/TxD1	Serial1
LIVE-LED	PA0	22
USER-LED	PK7	69

User-Board Arduino		
	Port	Arduino
T1	ADC2	A2
T2	ADC3	A3
SCK	PB5	13
MISO	PB4	12
MOSI	PB3	11
SS_SD	PB0	8
PA	PD3	3
IR-DAT	PD7	7
SU1	PD6	6
SU2	PD5	5
SU3	PB1	9
RxD_U	PD4	4
TxD_U	PD2	2

User-Board NodeMCU		
	Port	Arduino
T1		10
T2	ADC0	A0
PA	D5	GPIO14
SU1	D6	GPIO12
SU2	D7	GPIO13
SU3	D8	GPIO15
RxD_U	D3	GPIO0
TxD_U	D4	GPIO2

## 23. Bauteilleiste

---

→ Im Lieferumfang sind einige Bauteile wie Schrauben, Muttern und andere Kleinteile in größerer Stückzahl enthalten als nötig. Diese dienen als Ersatz, falls bei der Montage z.B. eine Schraube verloren geht.

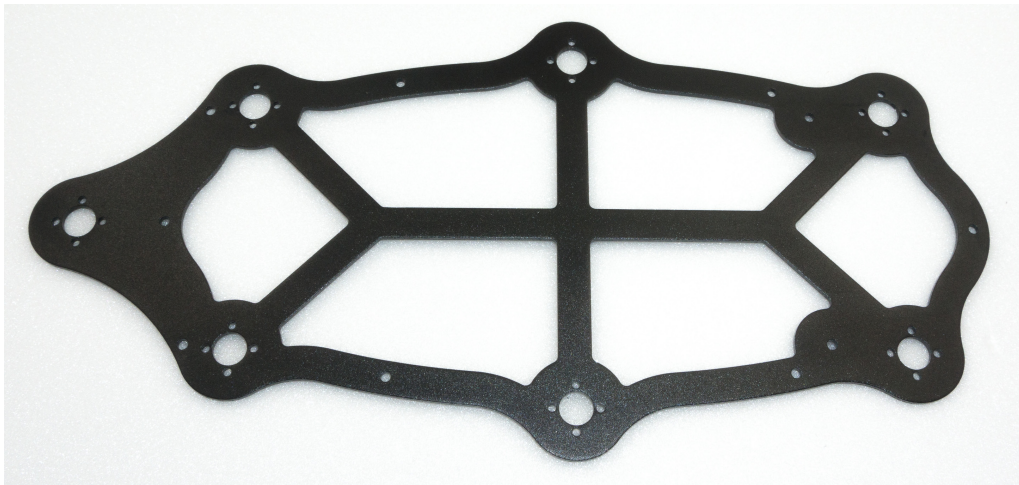


Bild 82: 1x Oberplatte

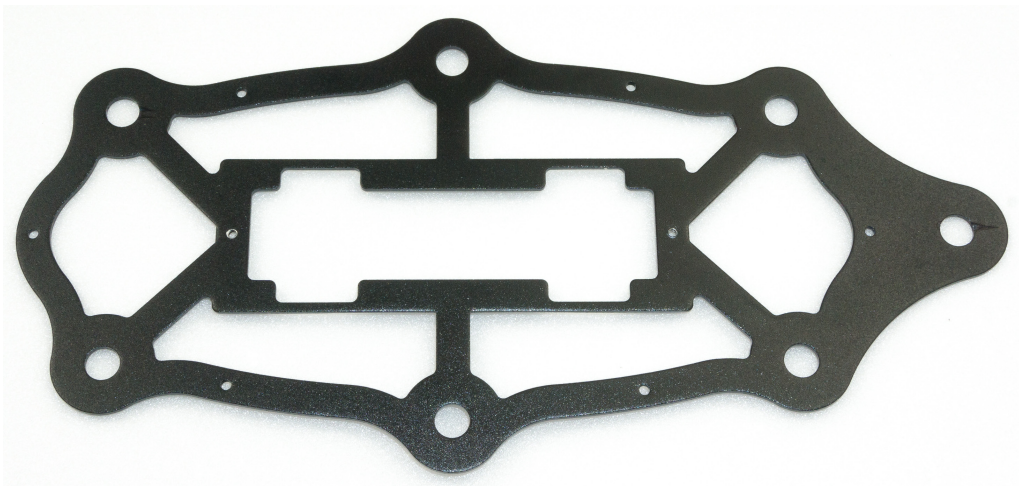


Bild 83: 1x Unterplatte



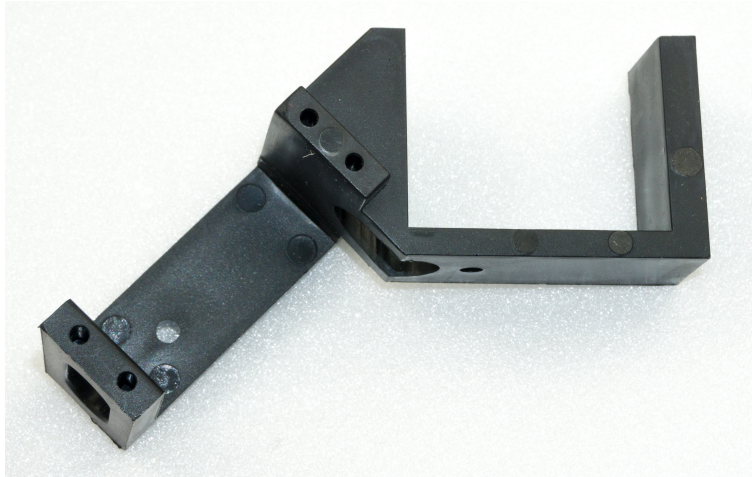
Bild 84: 1x Akkuplatte



Bild 85: 3x Bein „Tibia“ links + 3x Bein „Tibia“ rechts (jeweils auf Abrundung der Kanten achten)



**Bild 86: 12x Bein „Femur“**



**Bild 87: 3x „Coxa/Femur“ Servohalter rechts**



**Bild 88: 3x „Coxa/Femur“ Servohalter links**



**Bild 89: 7x U-Winkel „Tibia“, Servohalter**

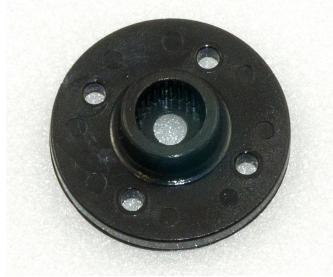


Bild 90: 18x Servoscheiben

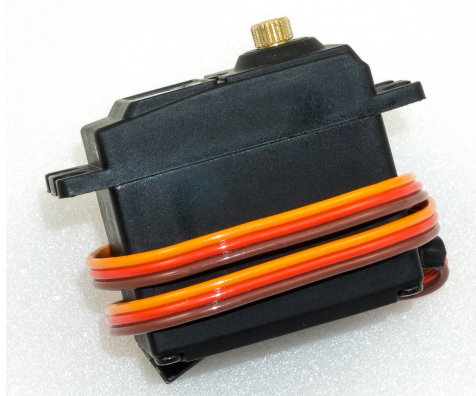


Bild 91: 18x Bein-Servos

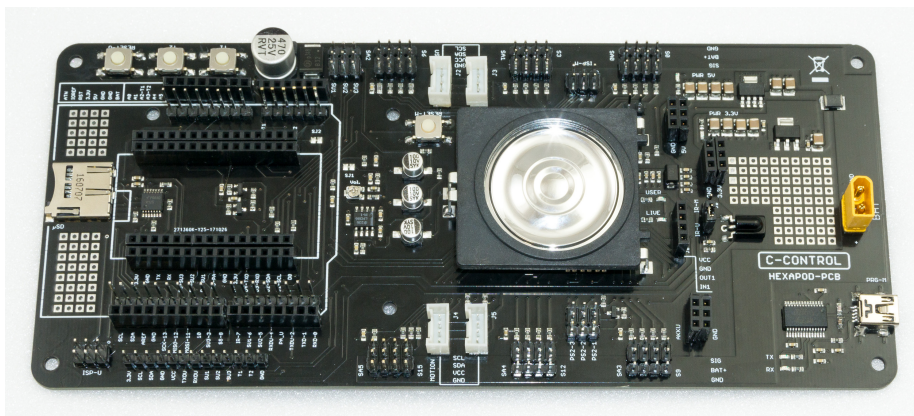


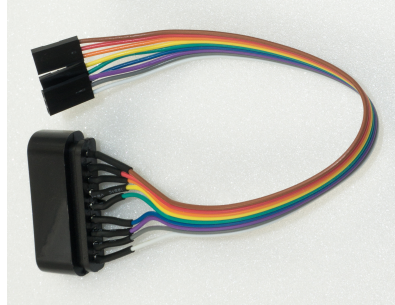
Bild 92: 1x RoboBug Platine



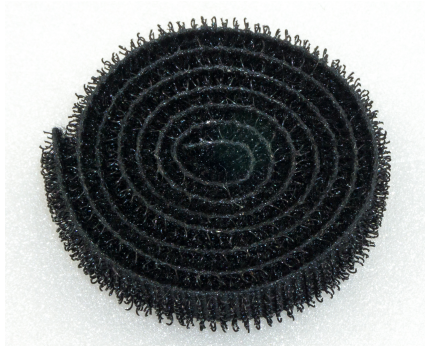
Bild 93: 1x PS2-kompatibles Gamepad



**Bild 94: 1x PS2 Gamepad kompatibler Empfänger**



**Bild 95: 1x 9 poliges Anschlusskabel für Empfänger**



**Bild 96: 1x Klettverschluss zur Befestigung des Akkupacks**



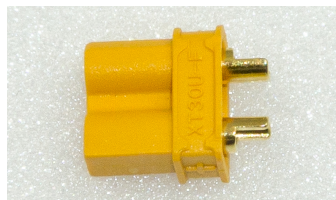
**Bild 97: 1x Doppelseitiges Klebeband (Servo Tape) zur Befestigung des Empfängers**



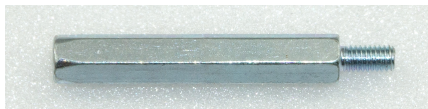
**Bild 98: 19x Kugellager mit Passstift für Bein-Gegenlager**



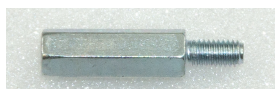
**Bild 99: 25x Kabelbinder zur Kabelfixierung**



**Bild 100: 1x XT30 Akkustecker zum Konfektionieren eines eigenen Akkus**



**Bild 101: 24x 30 mm M3-Abstandshalter für Beine und Ober- sowie Unterplatte**



**Bild 102: 4x 15 mm M3-Abstandshalter zur Platinenbefestigung**



**Bild 103a: 16x Schraube M3 x 6 mm PH2 (kleiner Kopfdurchmesser 5 mm) für Abstandshalter und Platinenbefestigung**



**Bild 103b: 18x Schraube M3 x 6 mm PH2 (großer Kopfdurchmesser 6 mm) für Servoscheiben**



**Bild 104: 72x Selbstschneidende Schraube M2,9 x 10 mm zur Servobefestigung**



**Bild 105: 2x Schraube M4 x 6 mm PH2 zur Akkubefestigung**



**Bild 106: 36x Schraube M2 x 8 mm für Befestigung der Servoscheiben**



**Bild 107: 36x Mutter M2 zur Befestigung der Servoscheiben**



**Bild 108: 16x Mutter M3 zur Befestigung der Abstandshalter**



**Bild 109: 6x Gummikappen für Bein**

## 24. FAQ

---

### Fehler beim Kompilieren der Beispiele

Sollte es zu Problemen beim Kompilieren der Firmware kommen: Die zur Verfügung gestellte Firmware sowie die Beispiele wurde mit der Arduino Version 1.8.3 entwickelt. Alternativ laden Sie diese unter [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) herunter.

### Tonausgabe zu leise

Prüfen Sie die Einstellung des Trimmers „Vol.“. Bauen Sie sich eine kleine „Lautsprecherbox“ zum Roboter-Board-Lautsprecher. Diese erhöht die Lautstärke und verbessert den Klang erheblich.

### Es kommt keine Kommunikation mit SPI-Geräten und dem User-Board zustande

Setzen Sie den Chip Select (CS) Pin des User-Boards auf „High“ und überprüfen Sie Ihre Anschlüsse am ISP-U Anschluss und ob die verwendete SPI Komponente mit Strom versorgt wird.

```
const int chipSelect = 8;
pinMode(chipSelect,OUTPUT);
digitalWrite(chipSelect,HIGH);
```

### Das Gampad verbindet sich nicht oder zeigt keine Reaktion

- Überprüfen Sie die Akkus im Sender.
- Ist der Empfänger richtig am Roboter-Board angeschlossen?
- Ist die „Motion-Firmware“ auf das Roboter-Board aufgespielt?
- Trennen Sie die Stromversorgung des Roboter-Boards, schalten Sie das Gampad ein und stellen danach die Verbindung zur Stromversorgung des Hexapoden wieder her (Akkus anstecken).
- Ist das Gamepad PS2-kompatibel?
- Jumper J7 darf nicht gesteckt sein.

### Der Roboter reagiert nicht auf das Gamepad

- Überprüfen Sie die Akkus im Sender.
- Ist der Empfänger richtig am Roboter-Board angeschlossen?
- Ist die „Motion-Firmware“ auf das Roboter-Board aufgespielt?
- Trennen Sie die Stromversorgung des Roboter-Boards, schalten Sie das Gampad ein und stellen danach die Verbindung zur Stromversorgung des Hexapoden wieder her (Akkus anstecken).
- Ist das Gamepad PS2-kompatibel?
- Ist der Jumper J7 abgezogen?

### Der Roboter läuft nicht sauber

- Wurden die Beine kalibriert?
- Sind die Akkus ausreichend stark und geladen?
- Ist der Roboter zu schwer?
- Sind die Servos vor dem Einbau in Mittelstellung gestellt worden?
- Rutschen die Beine auf dem Untergrund?
- Sind alle Schrauben festgezogen?
- Wackelt die Mechanik?
- Ist die Mechanik zu schwergängig?

### Wo finde ich den Schaltplan?

Der Schaltplan befindet sich im Ordner „Schematic“ im Download-Bundle bzw. kann unter [www.conrad.com](http://www.conrad.com) heruntergeladen werden.

### Der Roboter führt nach dem Einschalten bzw. aufstehen einen Reset durch.

- Vergewissern Sie sich, dass der voll Akku geladen ist.
- Ist das Anschlusskabel des Akkus zu dünn (< 1,5 mm<sup>2</sup>) oder länger als 20 cm?
- Ist der Akkustecker sauber angelötet?
- Ist der Akku zu klein gewählt, dann kann er den nötigen Betriebsstrom für die Servos nicht liefern.
- Blockiert ein oder mehrere Servos?
- Bewegt sich die Mechanik zu schwergängig?

## 25. Reinigung

---

Äußerlich sollte der Roboter nur mit einem weichen, trockenen Tuch oder Pinsel gereinigt werden. Verwenden Sie auf keinen Fall aggressive Reinigungsmittel oder chemische Lösungen, da sonst die Platine beschädigt werden könnte.

Schützen Sie die Platine vor Schmutz und Feuchtigkeit.

## 26. Konformitätserklärung (DOC)

---

Hiermit erklärt Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Straße 1, D-92240 Hirschau, dass dieses Produkt der Richtlinie 2014/53/EU entspricht.

—> Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse verfügbar:

[www.conrad.com/downloads](http://www.conrad.com/downloads)

Wählen Sie eine Sprache durch Anklicken eines Flaggensymbols aus und geben Sie die Bestellnummer des Produkts in das Suchfeld ein; anschließend können Sie die EU-Konformitätserklärung im PDF-Format herunterladen.

## 27. Entsorgung

---

### a) Produkt



Elektronische Geräte sind Wertstoffe und gehören nicht in den Hausmüll. Entsorgen Sie das Produkt am Ende seiner Lebensdauer gemäß den geltenden gesetzlichen Bestimmungen.



Entnehmen Sie evtl. eingelegte Batterien/Akkus und entsorgen Sie diese getrennt vom Produkt.

### b) Batterien/Akkus

Sie als Endverbraucher sind gesetzlich (Batterieverordnung) zur Rückgabe aller gebrauchten Batterien/Akkus verpflichtet; eine Entsorgung über den Hausmüll ist untersagt.



Schadstoffhaltige Batterien/Akkus sind mit dem nebenstehenden Symbol gekennzeichnet, das auf das Verbot der Entsorgung über den Hausmüll hinweist. Die Bezeichnungen für das ausschlaggebende Schwermetall sind: Cd = Cadmium, Hg = Quecksilber, Pb = Blei (die Bezeichnung steht auf den Batterien/Akkus z.B. unter dem links abgebildeten Mülltonnen-Symbol).

Ihre verbrauchten Batterien/Akkus können Sie unentgeltlich bei den Sammelstellen Ihrer Gemeinde, unseren Filialen oder überall dort abgeben, wo Batterien/Akkus verkauft werden.

Sie erfüllen damit die gesetzlichen Verpflichtungen und leisten Ihren Beitrag zum Umweltschutz.



## 28. Technische Daten

---

### a) Allgemein

Länge Körper.....	280 mm
Höhe Körper ohne Platine.....	65 mm
Breite Körper ohne Beine.....	150 mm
Länge Coxa.....	50 mm
Länge Femur.....	75 mm
Länge Tibia.....	115 mm
Gewicht.....	komplett mit Akku ca. 2,7 kg
Stellkraft Servo.....	bei 6 V/DC: 13 kg
Anzahl der Freiheitsgrade DOF (Servos).....	18
Empfohlener Akkupack.....	5 Zellen NiMH, 3700 mAh (Anschlusskabel 2,5 mm <sup>2</sup> , Stecker XT30)

### b) Steuerelektronik

Betriebsspannung.....	4,5 - 10 V/DC
Stromaufnahme nur Roboter-Board.....	ca. 80 mA
Anzahl der Servoanschlüsse.....	18 Locomotion-Controller + 3 User-Board
Programmierung.....	Arduino IDE (C/C++)
Programmierschnittstelle.....	USB
User-Board Steckplätze.....	3
I2C-Anschlüsse Locomotion-Controller.....	2
I2C-Anschlüsse User-Board.....	2
IR-Empfänger.....	1x 38 kHz (nur verwendbar in Verbindung des Arduino UNO Steckplatz oder kompatiblen Boards)
Audio Verstärker mit Lautsprecher.....	1
MicroSD Kartensteckplatz (*).....	1 (nur verwendbar in Verbindung des Arduino UNO Steckplatz oder kompatiblen Boards)
Locomotion-Controller.....	1 (Atmel ATmega2560 - Arduino MEGA kompatibel)
Reset-Taster Locomotion-Controller.....	1
Reset-Taster User-Board.....	1
ISP-Anschluss Locomotion-Controller.....	1
ISP-Anschluss User-Board.....	1
PS2-kompatibler Gamepad Anschluss.....	1
Spannungsversorgung intern.....	3,3 V/DC und 5 V/DC
Strombelastbarkeit 3,3 V/DC.....	400 mA
Strombelastbarkeit 5 V/DC.....	1000 mA
Abmessung (L x B x H).....	200 x 88 x 23 mm
Platinen-Gewicht nur Platine.....	ca. 100 g
Arbeits-Temperaturbereich.....	0 °C bis +40 °C

### c) Gamepad

Frequenzbereich.....	2,402 - 2,521 GHz
Sendeleistung.....	10 mW
Stromversorgung.....	integrierter Li-Ion-Akku, aufladbar über USB





© Dies ist eine Publikation der Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, D-92240 Hirschau ([www.conrad.com](http://www.conrad.com)).

Alle Rechte einschließlich Übersetzung vorbehalten. Reproduktionen jeder Art, z. B. Fotokopie, Mikroverfilmung, oder die Erfassung in elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Die Publikation entspricht dem technischen Stand bei Drucklegung.

Copyright 2018 by Conrad Electronic SE.

1661451\_V2\_1018\_01\_VTP\_m\_de