



BEDIENUNGSANLEITUNG

ROBOHEART HERCULES

REV. 1.0

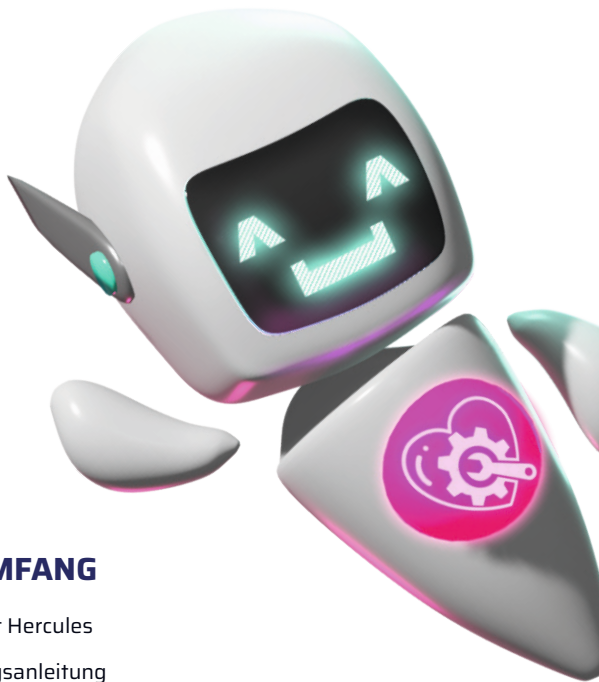
BEDIENUNGSANLEITUNG

Vielen Dank, dass du dich für das RoboHeart Hercules entschieden hast, um deinen Projekten ein Herz zu geben!

Das RoboHeart wurde von Makern für Maker entwickelt. Als leidenschaftliche Maker waren wir auf der Suche nach dem idealen Board zur Steuerung unserer selbstgebauten Roboter, wurden jedoch nicht fündig. Daher entschieden wir uns, selbst aktiv zu werden und ein Board zu erschaffen, das unseren Bedürfnissen und Vorstellungen entspricht.

Dieses Board, entstanden aus der Praxis und für die Praxis, spiegelt die Anforderungen und Herausforderungen wider, die wir als Maker weltweit kennen. Aus diesem Grund vereint das RoboHeart viele nützliche Funktionen auf einem einzigen Board, um dir den Weg zu erfolgreichen Projekten zu ebnet.

Das RoboHeart ist mehr als nur ein technisches Werkzeug - es ist das Herzstück, das deinen Projekten Leben einhaucht. Es ist ein Board, das wir selbst gerne in unseren Projekten verwenden, und wir hoffen, dass du genauso viel Freude daran haben wirst wie wir!



LIEFERUMFANG

- RoboHeart Hercules
- Bedienungsanleitung

Bevor du mit dem RoboHeart loslegen kannst, gibt es einige Punkte zu beachten. Bitte beachte die Bedienungsanleitung, bevor du das RoboHeart verwendest!

Allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und weiterer Personenbezeichnungen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechterformen. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter, sondern ist als geschlechtsneutral zu verstehen.

INHALTSVERZEICHNIS

Lieferumfang	1
Überblick	4
Zusammenfassung	6
Sicherheitshinweise	8
1. Sicherheit und Betrieb:.....	8
2. Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen:.....	8
3. Elektrische Sicherheit:.....	8
4. Umgang mit dem RoboHeart:	9
5. Umgebungsbedingungen:	9
6. Notfallmaßnahmen:.....	10
7. Lagerung und Entsorgung:.....	10
8. Weitere Hinweise:.....	10
Sicherheitshinweise zu Akkus	11
1. Allgemeine Sicherheit:.....	11
2. Handhabung und Lagerung:.....	11
3. Transport von Akkus:.....	12
4. Laden und Entladen:.....	12
5. Betrieb und Nutzung:.....	13
6. Vorsichtsmaßnahmen:.....	13
7. Notfallmaßnahmen:.....	14
Pinout	14
Schalter	17
SWITCH - Option 1: externer Schalter	17
SWITCH - Option 2: Kabelbrücke.....	18
SWITCH - Option 3: Lötbrücke.....	19

USB-Betrieb	20
Stromversorgung über USB.....	20
Programmieren über USB.....	22
Programmieren ohne USB.....	23
Akkubetrieb	24
Dual-Power	28
RoboHeart Subsysteme.....	28
Motoranschlüsse	28
Beschleunigungssensor und Gyroskop (IMU).....	30
Steuerung mit der RoboHeart Control App	32
Serielle Kommunikation	32
I2C - Bus.....	32
UART.....	33
JTAG.....	34
Besondere Pins und Taster.....	36
3V3-Pins.....	36
Blink-LED	38
BOOT und RESET Knöpfe.....	39
Befestigung des RoboHearts in deinem Projekt	40
Eigenes Gehäuse für das RoboHeart.....	41
Entsorgung	42
Kontakt	42
Creative Commons	
Nennung der Autoren.....	43
Notizen	45

ÜBERBLICK

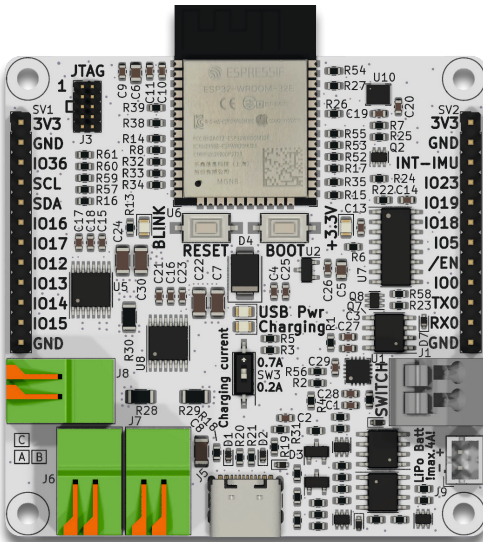


Abbildung 1: RoboHeart Hercules - Ansicht von oben

Das RoboHeart Hercules von Augmented Robotics ist ein Mikrocontroller-Board, welches auf dem ESP32 von Espressif basiert. Der Mikrocontroller kann über 2,4 GHz WLAN, Bluetooth und Bluetooth Low Energy über eine on-board Antenne mit anderen Geräten kommunizieren. Es ist möglich einen eigenen WLAN-Accesspoint mit dem RoboHeart aufzumachen. Eine eigene App für Bluetooth-Kommunikation mit einem Smartphone (iOS und Android) wird von Augmented Robotics bereitgestellt.

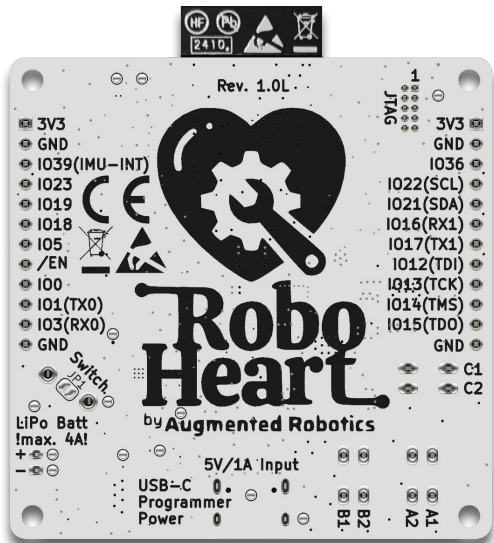


Abbildung 2: RoboHeart Hercules - Ansicht von unten

Das RoboHeart hat 8 digitale Input/Output Pins und 6 digitale/ analoge Input/Output Pins.

ZUSAMMENFASSUNG

Mikrocontrollermodul	ESP32-WROOM-32E
Prozessor	Xtensa dual-core 32-bit LX6
Prozessorfrequenz	bis zu 240 MHz
Speicher	448 KB ROM, 520 KB SRAM, 8 MB Flash
Serielle Schnittstellen	UART, SPI, I2C, LED PWM, Motor PWM, JTAG
Drahtloskonnektivität	WLAN 802.11b/g/n, Bluetooth® V4.2, Bluetooth® Low Energy
IMU	LSM6DS3TR-C
Digitaler Beschleunigungs-sensor	3-Achsen, ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g, ± 16 g
Digitales Gyroskop	3-Achsen, ± 125 dps, ± 250 dps, ± 500 dps, ± 1000 dps, ± 2000 dps
Auflösung	16 bit
Eingebaute Features	Freifall-Erkennung, Aufweckfunktion, Orientierung in 6 Freiheitsgraden
Motoranschlüsse	
Motortreiber	2 x DRV8833PWPR
Maximale Spannung A/B/C	max. 4,5 V (abhängig von der Batteriespannung)
Maximaler Spitzenausgangsstrom am Motorblock A	1 A
Maximaler Spitzenausgangsstrom am Motorblock B	1 A
Maximaler Spitzenausgangsstrom am Motorblock C	2 A

USB	
USB-Anschluss	USB-C 2.0
USB-Eingangsspannung	5 V
USB-Eingangsstrom	max. 1 A
USB-Ladestrom	umschaltbar zwischen 0,2 A und 0,7 A
Weitere	
JTAG-Anschluss	2x5 Pins, 1,27 mm Abstand
Geeigneter Akkutyp	LiPo: 1 Zelle (1S, Nennspannung 3,7 V)
Akkuanschluss	JST-PH 2.0 mm
Maximaler Entladestrom	4 A
Abmessungen	61 x 61 mm (ohne Antenne)
Größe der Befestigungslöcher	M2.5
Gewicht	25 g
Maximaler Strom am 3V3-Pin	100 mA
Betriebstemperatur	0°C bis 45°C



SICHERHEITSHINWEISE

1. Sicherheit und Betrieb:

- Das RoboHeart ist kein Spielzeug! Halte es von Kindern fern.
- Das Produkt darf nur an einem Ort aufgestellt, betrieben oder gelagert werden, der für Kinder unzugänglich ist. Gleiches gilt für Akkus.
- Niemals ein sichtbar beschädigtes RoboHeart betreiben.
- Verändere das RoboHeart nicht, indem du Komponenten austauschst oder reparierst, es sei denn, dies ist ausdrücklich in der Bedienungsanleitung oder auf der offiziellen Webseite von RoboHeart empfohlen. Unsachgemäße Änderungen können das RoboHeart unbrauchbar machen oder gefährlich für den Gebrauch werden lassen.

2. Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen:

- Umgang mit Verpackungsmaterial: Vermeide, dass Verpackungsmaterialien für Kinder zugänglich sind, um Erstickungsgefahr zu verhindern.
- Austausch und Reparatur: Stelle sicher, dass alle Reparaturen und der Austausch von Komponenten durch qualifiziertes Personal oder den Herstellerservice durchgeführt werden, um die Sicherheit zu gewährleisten.

3. Elektrische Sicherheit:

- Schließe das RoboHeart erst an eine Stromquelle an, wenn du alle Peripheriekomponenten (wie z.B. DC-Motoren, Schalter, Sensoren, etc.) verbunden hast. Kein „heißes Umstecken“ von Peripheriekomponenten, solange das RoboHeart eingeschaltet ist.
- Achte darauf, dass das an das RoboHeart angeschlossene USB-Kabel und die Akkukabel nicht gequetscht oder durch scharfe Kanten beschädigt werden. Stelle keine Gegenstände

auf die Kabel.

- Achte auf die Maximalspannungen und überschreite diese niemals.
- Das RoboHeart kann über einen einzelligen LiPo-Akku (nicht im Lieferumfang enthalten) mit 3,7 V Nennspannung und 4 A Maximalstrom oder über ein USB-C-Kabel mit 5,0 V Nennspannung und 1 A Maximalstrom betrieben werden.
- Vermeide es, das RoboHeart anzufassen, wenn du elektrostatisch aufgeladen bist, da es anfällig für elektrostatische Entladung (ESD) ist.

4. Umgang mit dem RoboHeart:

- Gehe mit dem Produkt vorsichtig um; Stöße, Schläge oder ein Fall können es beschädigen.
- Halte das RoboHeart fern von Staub und Schmutz sowie von brennbaren oder leicht entzündlichen Materialien (z.B. Papier).
- Achte darauf, dass das RoboHeart die im Betrieb entstehende Wärme abstrahlen kann und genügend Platz bleibt, damit es durch passive Konvektionskühlung Wärme abgeben kann, insbesondere bei hoher Belastung.
- Vermeide den Betrieb des RoboHearts in unmittelbarer Nähe von starken magnetischen oder elektromagnetischen Feldern, Sendeantennen oder HF-Generatoren, da diese die Komponenten auf dem Board beeinflussen können.

5. Umgebungsbedingungen:

- Betreibe das RoboHeart nicht in Räumen oder bei widrigen Umgebungsbedingungen, wo brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können. Es besteht Explosionsgefahr.
- Verwende das RoboHeart niemals bei Temperaturen unter 0 Grad Celsius oder über 45 Grad Celsius.

- Verwende das RoboHeart nicht im Innenraum von Fahrzeugen und betreibe es nur in gemäßigtem Klima, niemals in tropischem Klima.
- Stelle sicher, dass keine mit Flüssigkeit gefüllten Gefäße, Vasen oder Pflanzen auf oder neben dem RoboHeart stehen, um Kontakt mit Feuchtigkeit und Nässe zu vermeiden.

6. Notfallmaßnahmen:

- Sicherheitsabschaltung: Stelle sicher, dass eine Möglichkeit besteht, das RoboHeart bei einem Notfall schnell von der Stromquelle zu trennen.

7. Lagerung und Entsorgung:

- Bewahre das RoboHeart an einem dunklen, trockenen und ESD-geschützten Ort auf. Schütze es vor direkter Sonneneinstrahlung.
- Stelle das RoboHeart nicht ohne geeigneten Schutz auf wertvolle Möbeloberflächen, um Kratzspuren, Druckstellen oder Verfärbungen zu vermeiden. Gleiches gilt für den Akku.
- Verwende das RoboHeart niemals unmittelbar nachdem es von einem kalten Raum in einen warmen Raum gebracht wurde. Das dabei entstehende Kondenswasser kann zu Funktionsstörungen oder Beschädigungen führen.
- Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, setze das RoboHeart außer Betrieb und sichere es gegen unbeabsichtigten Betrieb. Trenne es von der Spannungs-/Stromversorgung und bringe es in eine Fachwerkstatt oder entsorge es umweltgerecht.

8. Weitere Hinweise:

- Solltest du dir über den korrekten Betrieb unsicher sein oder sollten sich Fragen ergeben, die nicht in der Bedienungsanleitung geklärt werden, setze dich mit uns oder einem anderen Fachmann in Verbindung.

SICHERHEITSHINWEISE ZU AKKUS

Obwohl der Umgang mit Akkus im Alltag mittlerweile selbstverständlich ist, bergen sie zahlreiche Gefahren und Probleme. Obwohl kein Akku im Lieferumfang enthalten ist, steht für uns die Sicherheit an höchster Stelle und wir wollen die Nutzer über Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Akkus informieren. Insbesondere bei LiPo-Akkus, die eine höhere Energiedichte als herkömmliche NiCd- oder NiMH-Akkus aufweisen, müssen verschiedene Vorschriften beachtet werden, da ansonsten Explosions- und Brandgefahr besteht. Beachte daher unbedingt die nachfolgenden Informationen und Sicherheitshinweise. Sollten vom Hersteller des Akkus zusätzliche Informationen bereitgestellt werden, lies und befolge auch diese aufmerksam!

1. Allgemeine Sicherheit:

- Akkus sind kein Spielzeug. Bewahre sie außerhalb der Reichweite von Kindern auf.
- Lass Akkus nicht offen herumliegen, da diese von Kindern oder Haustieren verschluckt werden könnten. Suche in einem solchen Fall sofort einen Arzt auf.
- Bei unsachgemäßem Gebrauch von Akkus oder bei Nichtbeachtung der Sicherheitsempfehlungen des Akkuherstellers in Verbindung mit dem RoboHeart kann es zum Kurzschluss oder zur Überlastung des Akkus kommen, was zu einem Brand oder zu einer Explosion führen kann. Es besteht Lebensgefahr!
- Lade niemals beschädigte, ausgelaufene oder verformte Akkus. Entsorge diese umweltgerecht.

2. Handhabung und Lagerung:

- Bewahre Akkus an einem geeigneten Ort auf und setze in dem Raum einen Rauchmelder ein. Das Risiko eines Brandes oder das Entstehen von giftigem Rauch kann nicht ausgeschlossen

werden.

- Brandschutz: Bewahre LiPo-Akkus in feuerfesten Behältern oder speziellen LiPo-Taschen auf.
- Temperaturüberwachung: Lagere Akkus bei Raumtemperatur und vermeide extreme Temperaturen. Die optimale Lagertemperatur liegt zwischen 15 °C und 25 °C.
- Beschädige niemals die Außenhülle eines Akkus. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr.
- Lade keine Akkus, die noch heiß sind. Lass sie auf Zimmertemperatur abkühlen, bevor du sie lädst.
- Lade Akkus etwa alle 3 Monate nach, um eine Tiefentladung zu vermeiden.
- Bewahre beschädigte oder aufgeblähte Lithium-Akkus niemals in einer Wohnung, einem Haus oder einer Garage auf.

3. Transport von Akkus:

- Transportbehälter: Verwende beim Transport feuerfeste Behälter oder spezielle Akkutaschen.
- Ladestand: Transportiere LiPo-Akkus im teilgeladenen Zustand (etwa 30-50 %), um das Risiko von Schäden und Bränden zu minimieren.

4. Laden und Entladen:

- Das RoboHeart ist zum Laden eines einzelnen LiPo-Akkus mit einer Zelle (Nominalspannung 3,7 V) geeignet. Lade niemals andere Akkutypen oder nicht wiederaufladbare Batterien.
- Lade Akkus niemals unbeaufsichtigt. Trotz der umfangreichen Schutzschaltungen auf dem RoboHeart können Fehlfunktionen oder Probleme beim Auf- und Entladen eines Akkus nicht ausgeschlossen werden.
- Platziere das RoboHeart und den Akku auf einer nicht brenn-

baren, hitzebeständigen Oberfläche und halte Abstand zu brennbaren Gegenständen. Decke das RoboHeart und den Akku beim Laden nicht ab.

- Der Ladestrom kann über einen Schalter zwischen 0,2 A und 0,7 A eingestellt werden. Niemals den Schalter während des Ladevorgangs betätigen. Stets den maximalen Ladestrom des Akkus, der durch den Akkuhersteller angegeben ist, beachten. Bei 0,7 A wird der Akku schnell geladen, jedoch wenn er nicht durch den Hersteller dafür ausgelegt ist, besteht die Gefahr eines Brandes oder einer Explosion!
- Beim Aufladen: Platziere das RoboHeart und den Akku auf einer nicht brennbaren, hitzebeständigen Oberfläche. Halte ausreichend Abstand zu brennbaren Gegenständen. Lass zwischen RoboHeart und Akku ausreichend Abstand, lege den Akku nicht auf das RoboHeart.
- Achte darauf, dass das RoboHeart und der Akku während des Lade- und Entladevorgangs ausreichend belüftet sind.

5. Betrieb und Nutzung:

- Beachte die Polarität des Akkus beim Anschließen (Pluszeichen und Minuszeichen), da sonst Brand- und Explosionsgefahr droht. Das RoboHeart verfügt über eine Schutzschaltung gegen Falschpolung. Trotzdem kann eine Falschpolung in bestimmten Situationen zu Beschädigungen führen.
- Vermeide die Verwendung von verbogenen, durchgebrannten oder anderweitig beschädigten Akkus.
- Achte auf die C-Rate des Akkus, die den maximalen Entladestrom angibt. Verwende nur Akkus, die einen Entladestrom von 5 A oder mehr liefern können.
- Trenne den Akku vom RoboHeart bei längerem Nichtgebrauch.

6. Vorsichtsmaßnahmen:

- Akkus dürfen niemals kurzgeschlossen, zerlegt oder ins Feuer geworfen werden. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr.

- Achte darauf, der Lithium-Akku nicht tiefentladen wird. Eine Tiefentladung führt zu einer dauerhaften Beschädigung des Akkus.
- Vermeide mechanische Belastungen des Akkus und zieh niemals an den Anschlusskabeln.
- Achte darauf, dass der Akku bei Betrieb, Auf- oder Entladen, Transport und Aufbewahrung nicht überhitzt. Platziere den Akku nicht neben Wärmequellen und halte ihn fern von direkter Sonneneinstrahlung.

7. Notfallmaßnahmen:

- Wenn der Akku Beschädigungen aufweist oder die Außenhülle aufgebläht ist, verwende den Akku nicht mehr. Lade ihn nicht mehr auf und entsorge ihn umweltgerecht. Verwende Schutzhandschuhe beim Umgang mit beschädigten Akkus.

PINOUT

Dein RoboHeart verfügt über viele praktische Anschlussmöglichkeiten, diese werden im weiteren Verlauf erklärt.

Hier siehst du sie alle auf einen Blick:

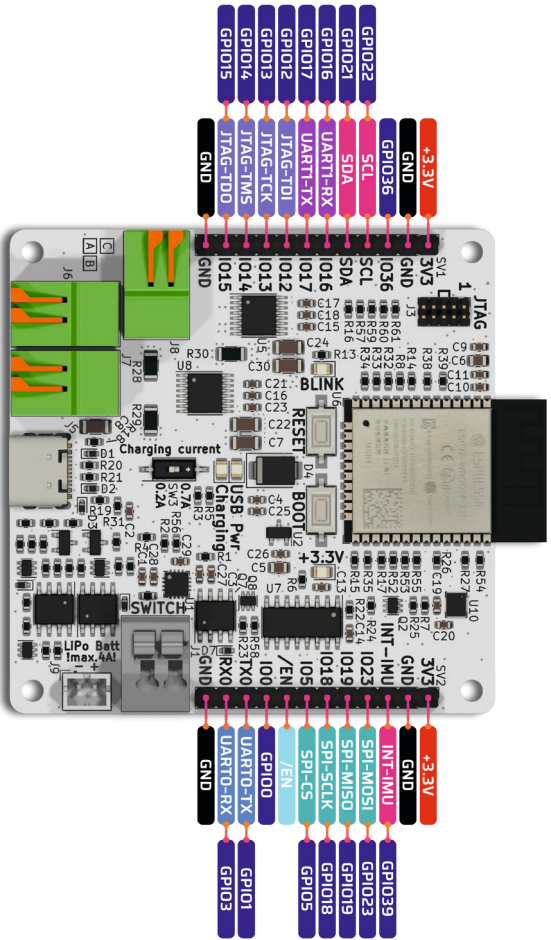


Abbildung 3: RoboHeart Hercules alle Pins - Ansicht von oben

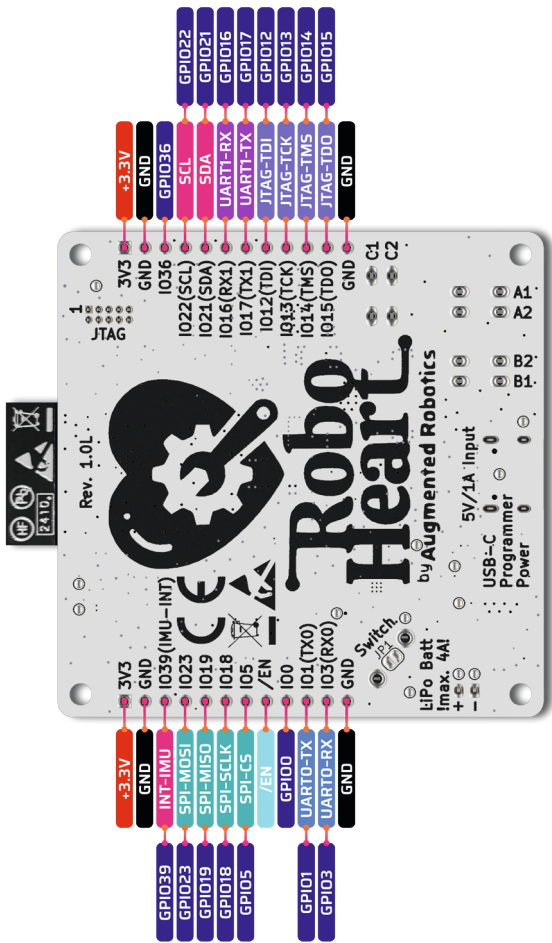


Abbildung 4: RoboHeart Hercules alle Pins - Ansicht von unten

SCHALTER

Das RoboHeart bietet einen Konnektor, an den du einen eigenen externen Schalter (nicht im Lieferumfang enthalten) anschließen kannst. Der Konnektor ist mit *SWITCH* oder auch mit *J1* auf dem Board markiert.

Du hast drei Optionen wie du den Konnektor nutzen kannst:

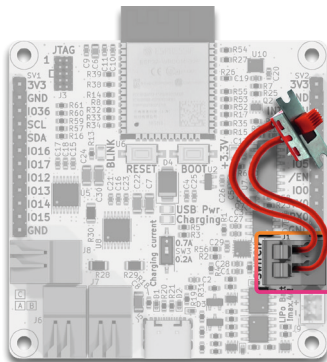


Abbildung 5: RoboHeart mit Außenschalter

SWITCH - Option 1: externer Schalter

Wie in der nachfolgenden Abbildung 5 abgebildet, ist dieser Schalter in der Lage die Hauptstromversorgung zu unterbrechen. Das ist praktisch, wenn du das RoboHeart in ein eigenes Gehäuse einbauen möchtest, so kannst du einen eigenen Schalter außen am Gehäuse anbringen und das RoboHeart ausschalten, ohne Kabel durchtrennen zu müssen oder das Gehäuse aufzuschrauben.

Wenn das RoboHeart über diesen Schalter ausgeschaltet ist, be-

trägt der verbleibende Leckstrom ca. 200 μA . Bitte beachte, dass die Batterie auch geladen werden kann, wenn das RoboHeart über diesen Schalter ausgeschaltet ist.

⚠ Achtung! Der Schalter, den du verwendest, sollte für einen **Gleichstrom** von mindestens 4,5 A oder mehr ausgelegt sein!

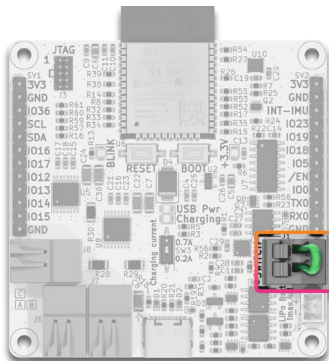


Abbildung 6: RoboHeart unverändert mit geschlossenem Power-Schaltkreis

SWITCH - Option 2: Kabelbrücke

Wenn du dein RoboHeart unverändert verwenden willst, dann lass bitte das mitgelieferte Kabel im Konnektor stecken (siehe Abbildung 6). Dieses Kabel schließt den Power-Stromkreis und erlaubt es dir das RoboHeart mit einer Lipo-Zelle und/oder über einen USB-Anschluss mit Strom zu betreiben.

Bitte achte darauf, dass du den korrekten Konnektor benutzt, der mit *SWITCH* oder *J1* markiert ist.

⚠ Achtung! Wenn du ein eigenes Kabel verwenden willst, dann

achte bitte darauf, dass das Kabel möglichst kurz und möglichst dick ist (AWG 20 oder darunter).

Um Kabel in den Konnektor ein- und auszuführen, drücke den Hebel kurz herunter, um die Klemme zu öffnen. Führe dann das abisolierte Ende des Kabels ein und lasse den Hebel los, um das Kabel zu fixieren. Zum Entfernen des Kabels drücke den Hebel und zieh das Kabel heraus.

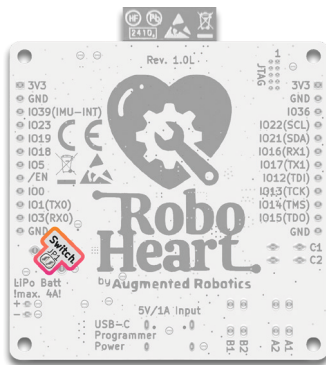


Abbildung 7: RoboHeart Position der SWITCH-Lötbrücke

SWITCH - Option 3: Lötbrücke

Wenn dir die ersten beiden Optionen nicht gefallen, kannst du den Power-Schaltkreis für immer mit einer Lötbrücke schließen. Der Löt-Jumper ist auf der Rückseite von RoboHeart mit SWITCH bzw. mit JP1 gekennzeichnet, siehe Abbildung 7.

Du kannst mit einem Lötkolben und etwas Lötzinn die beiden Kontakte von JP1 miteinander verbinden. Löte niemals ein bestromtes RoboHeart oder ein RoboHeart mit angeschlossener Batterie!

⚠ Achtung! Achte darauf, dass du keine anderen Pads mit JP1 verbindest! Die einmal hergestellte Verbindung ist permanent, das bedeutet ein Außenschalter (*SWITCH - Option 1: externer Schalter*) oder ein Kabel (*SWITCH - Option 2: Kabelbrücke*) werden nicht mehr funktionieren!

USB-BETRIEB

Stromversorgung über USB

Das RoboHeart kann über den eingebauten USB-C-Anschluss mit Strom versorgt werden.

⚠ Achtung! Verwende nur zertifizierte USB-C-Kabel, die einen Nennstrom von 1,2 A bei 5 V zulassen.

Wenn du ein USB-C-Kabel an das RoboHeart anschließt und das andere Ende des Kabels an deinen Computer bzw. eine andere Strom-/Spannungsquelle wie z.B. ein USB-Netzteil, dann leuchtet die LED *USB Pwr* grün. Das bedeutet, dass dein RoboHeart Strom und Spannung von der USB-Quelle erhält. Bitte achte darauf, dass der Versorgungsstromkreis über den *SWITCH*-Konnektor geschlossen ist (siehe Kapitel *Schalter*).

Das RoboHeart agiert über USB-C immer als Verbraucher, es kann keine angeschlossenen Geräte über den USB-Anschluss mit Strom/Spannung betreiben.

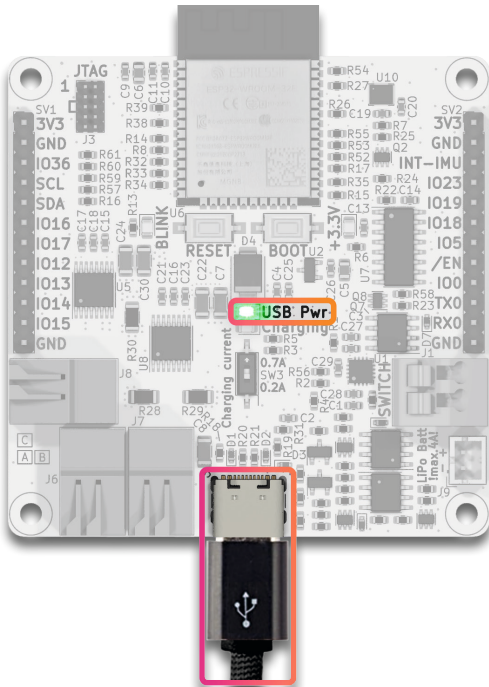


Abbildung 8: RoboHeart wird über den USB-C-Anschluss versorgt

Programmieren über USB

Man kann das RoboHeart vor allem auch über den USB-C-Anschluss programmieren. Das RoboHeart ist kompatibel mit der Arduino IDE. Du findest unsere RoboHeart Bibliothek im Bibliotheksverwalter der Arduino IDE. Da sich sowohl die Arduino IDE als auch die Kompatibilität zum ESP32 ständig ändern, halten wir die Infos zum Programmieren des RoboHearts auf unserer Webseite aktuell.

Auf die Webseite kommst du mit dem folgenden QR-Code



oder über: <https://augmented-robotics.com/roboheart/>

Auf unserer Webseite wirst du Infos über RoboHeart und viele weitere praktische Links finden wie z.B. Tutorials, unser Forum, Projektideen und Links zu unseren offiziellen Bibliotheken und Beispielen, die absolut **Open Source** sind!

Wer sich mit der Programmierung von ESP32-Modulen auskennt, wird feststellen, dass wir die Knöpfe *RESET* und *BOOT* eingebaut haben (siehe Abbildung 9). Diese müssen beim Programmieren über USB-C nicht gedrückt werden, denn das RoboHeart verfügt über einen automatischen Upload-Modus. Das bedeutet, wenn deine Arduino IDE korrekt auf RoboHeart eingestellt ist, kannst du in der Arduino IDE einfach auf *Upload* klicken und schon wird dein Sketch bequem auf das RoboHeart geladen.

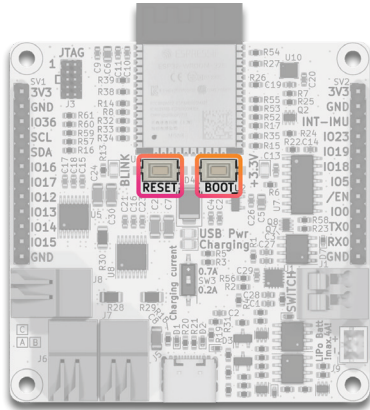


Abbildung 9: Position der BOOT und RESET Knöpfe

Programmieren ohne USB

Im Kapitel *Programmieren über USB* hast du gelesen, dass du dein Arduino-Sketch sehr einfach über USB-C auf dein RoboHeart laden kannst, automatisiert und ohne irgendwelche Knöpfe zu drücken.

Für erfahrene Maker gibt es zusätzlich die Möglichkeit den ESP32 auf dem RoboHeart mit einem externen USB-UART-Konverter über die TXD und RXD Pins zu programmieren. Dafür musst du die Pins von deinem externen Konverter folgendermaßen verbinden:

RoboHeart	<->	externer Konverter
TXD	<->	RX
RXD	<->	TX
GND	<->	GND

In diesem Fall musst du den ESP32 in den Boot-Modus versetzen, indem du den *BOOT*-Knopf gedrückt hältst und kurz den *RESET*-Knopf drückst und loslässt. Halte den *BOOT*-Knopf weiterhin gedrückt, bis der Upload des Codes beginnt. Danach kannst du den *BOOT*-Knopf loslassen. Nachdem der kompilierte Code hochgeladen wurde, drückst kurz den *RESET*-Knopf, um den ESP32 neu zu starten.

AKKUBETRIEB

An das RoboHeart kann ein einzelliger (1S) LiPo-Akku mit einer Nennspannung von 3,7 V angeschlossen werden, um das RoboHeart mit Strom zu versorgen. Der Anschluss ist ein JST-PH 2.0 mm Anschluss, der in vielen Drohnen und anderen Modellen verwendet wird. Wenn du also funktionierende Akkus von Drohnen bei dir hast, kannst du diese eventuell mit deinem RoboHeart benutzen.

Achte darauf, die Herstellerangaben für die Akkus sorgfältig zu lesen und zu befolgen. Diese enthalten wichtige Informationen zu Sicherheit, Ladung, Entladung und Wartung der Akkus.

Beachte, dass die Spannung eines LiPo-Akkus im normalen Betrieb einer Entladekurve folgt und die Spannung je nach Ladezustand des LiPos zwischen 4,2 V und 2,7 V variieren kann.

⚠ Achtung! Bitte beachte die Akkusicherheitshinweise in dieser Anleitung, wenn du Akkus verwendest!

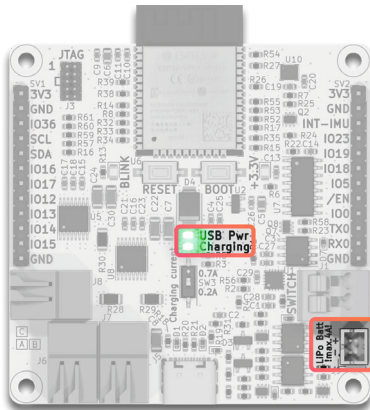


Abbildung 10: Akkuanschluss und Charging-LED

Wenn du den Akku an das RoboHeart anschließt, wird es automatisch darüber mit Strom/Spannung versorgt.

Wenn du eine USB-Strom-/Spannungsquelle anschließt und die Akkuspannung unter 2,7 V und der gesamte Stromverbrauch unter 1 A liegt, wird der Akku automatisch aufgeladen und die LED *Charging* leuchtet auf. Es besteht ein nahtloser Übergang zum Aufladen (ohne Reset des ESP32), während das restliche Board und die angeschlossene Peripherie weiterhin mit Strom/Spannung betrieben werden.

Wir haben lästiges Umschalten zwischen Aufladen und Entladen, was man von anderen Boards kennt, abgeschafft und die Nutzung von RoboHeart + Akku so einfach gemacht wie die Benutzung eines Smartphones. Es gibt eine weitere praktische Versorgungsfunktion, die auch von Smartphones bekannt ist, darauf gehen wir im Kapitel Dual-Power ein.

Es gibt einige Punkte beim RoboHeart mit Akkubetrieb zu beachten.

⚠ Achtung! Verwende Batterien mit möglichst kurzen und dicken Anschlusskabeln.

Das RoboHeart fängt bereits ab 2.7 V an einen angeschlossenen Akku sehr langsam mit 20 mA zu laden (wenn der *Charging current* Schalter auf 0.7A steht, dann beträgt der Vorladestrom 70 mA).

⚠ Achtung! Bitte beachte die Hinweise des Akkuherstellers, ob der Akku bei einer so geringen Spannung geladen werden kann!

Ab ca. 3,0 V geht der Ladestromkreis in den Schnelllademodus über. Der *Charging current* Schalter (siehe Abbildung 11) gibt dir Aufschluss über die Ladestromstärke im Schnelllademodus. Wenn der Schalter in der Position *0.2A* ist, wird der Akku ab 3,0 V mit 0,2 A geladen. Ist der Schalter in der Position *0.7A* wird der Akku ab 3,0 V mit 0,7 A geladen.

⚠ Achtung! Benutze die *0.7A* nicht leichtfertig! Das RoboHeart kann nicht erkennen, ob dein Akku für einen so hohen Ladestrom geeignet ist. Prüfe stets die Hinweise des Akkuherstellers bzgl. der Ladestromstärke. Es droht sonst Brand- und Explosionsgefahr!

Wenn die *Charging* LED anfängt zu blinken, stimmt irgendetwas nicht mit dem Akku. Du musst den Akku sofort entfernen, wenn die *Charging* LED 2 mal pro Sekunde blinkt.

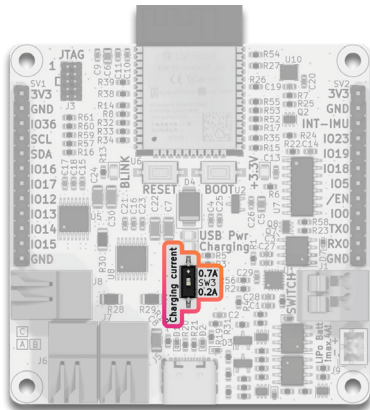


Abbildung 11: Charging current Schalter

Das RoboHeart überwacht kontinuierlich die Akkuspannung. Wenn der Akku eine Spannung von ca. 4,2 V erreicht, hört das Schnellladen auf. Danach überwacht das RoboHeart weiterhin die Spannung und beginnt erneut mit dem Laden, sobald die Spannung um etwa 100 mV gefallen ist, um die Akkuspannung konstant zu halten. Während dieser Überwachungsphase leuchtet die Charging-LED nicht, da dieser Vorgang nicht mehr als aktiver Ladevorgang angesehen wird.

Wenn das RoboHeart über einen Akku betrieben wird, wird der Akku bis zu einer Spannung von ca. 3,0 V entladen. Ab dieser Spannung schaltet das RoboHeart den Akku automatisch ab, um Tiefentladung und eine dauerhafte Schädigung des Akkus zu vermeiden. Trotzdem ist es ratsam entladene Akkus entweder sofort aufzuladen oder sie zumindest vom RoboHeart zu trennen.

Vermeide es, einen überladenen Akku mit einer Spannung von über 4,4 V anzuschließen, da dein RoboHeart sonst beschädigt werden kann.

Dual-Power

Was bedeutet Dual-Power beim RoboHeart?

Als Maker braucht man immer den Output auf dem seriellen Monitor. Sei es, um zu debuggen oder durch print-Ausgaben den Status deines RoboHearts zu beobachten. Was passiert jedoch, wenn du Verbraucher an das RoboHeart angeschlossen hast, die viel Strom ziehen, wie z.B. Motoren?

Bei anderen Boards standen wir häufig vor dem Problem, dass der Strom einfach nicht ausgereicht hat, um Motoren anzusteuern und gleichzeitig auf dem seriellen Monitor die print-Ausgaben zu lesen. Da andere Boards häufig nur einen Power-Input haben und der USB-Anschluss eines PCs meistens nur 0,5 A liefert, kann man damit kaum Motoren ansteuern.

Beim RoboHeart ist das anders! Sobald der Strom über den USB-Anschluss nicht ausreicht, schaltet das RoboHeart nahtlos (ohne Reset des Mikrocontrollers) in den Dual-Power-Modus um, das heißt es zieht den benötigten Strom zusätzlich vom Akku. Das RoboHeart wird also im Fall von hoher Auslastung gleichzeitig über USB und über den Akku mit Strom versorgt. Die angeschlossenen Verbraucher erhalten genügend Strom und man kann immer noch den Output auf dem seriellen Monitor beobachten.

ROBOHEART SUBSYSTEME

Motoranschlüsse

In Abbildung 12 siehst du, wo die Motoranschlüsse zu finden sind. Daran können insgesamt drei bürstenbehaftete Gleichstrommotoren (DC) angeschlossen werden (nicht im Lieferumfang enthalten). Die Anschlüsse sind mit A, B und C benannt.

Die Motoren werden über zwei Motortreiber DRV8833PWPR von Texas Instruments angesteuert. Sämtliche Treiber können abgeschaltet werden, indem IO2 auf LOW gezogen wird (nur über Soft-

ware ansteuerbar).

Die zwei Anschlüsse (unten A und B) haben einen Output von jeweils maximal 1 A. Der Anschluss C hat einen Output von maximal 2 A. Die Anschlüsse sind gegen darüberhinausgehende Stromstärken geschützt.

Die Ausgangsspannung aller Motoranschlüsse entspricht maximal der Akkuspannung + 225 mV.

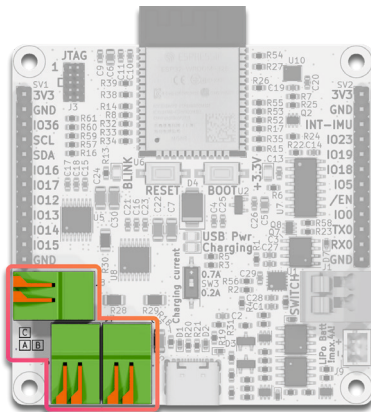


Abbildung 12: Motoranschlüsse

Um ein Motorkabel mit diesem Konnektor zu verbinden, hebst du den Hebel an, um die Klemme zu öffnen. Führe dann das abisolierte Ende des Kabels ein und lasse den Hebel los, bis er wieder einrastet, um das Kabel zu fixieren. Zum Entfernen des Kabels hebst du den Hebel erneut an und ziehst das Kabel heraus.

Motor-Output A wird mit PWM über IO25 und IO26 gesteuert.

Motor-Output B wird mit PWM über IO27 und IO32 gesteuert.

Motor-Output C wird mit PWM über IO33 und IO4 gesteuert.

Die PWM-Frequenzen sind einstellbar zwischen 0 und 100 kHz.

Im Fehlerfall von Output A und/oder B wird IO34 auf LOW gezogen (bei Überhitzung und/oder zu hoher Belastung).

Im Fehlerfall von Output C wird IO35 auf LOW gezogen (bei Überhitzung und/oder zu hoher Belastung).

Du kannst die Motoren testen mit unseren Programmierbeispielen in der Arduino-Bibliothek, ohne eine Zeile Code dafür programmieren zu müssen.

Wenn du präzise Stepper-Motoren betreiben möchtest, so ist das RoboHeart ebenfalls dafür geeignet. Du findest ein Programmierbeispiel dafür in unserer Bibliothek.

Außerdem kannst du in unserer Bibliothek eine Bluetooth-Steuerung finden, die kompatibel zu unserer kostenlosen Bluetooth-App für Android und iOS ist.

Beschleunigungssensor und Gyroskop (IMU)

Die IMU (Inertiale Messeinheit) des RoboHearts, ein LSM6DS3TR-C von STMicroelectronics, kombiniert einen 3D-Beschleunigungssensor und ein 3D-Gyroskop. Diese Sensoren bieten eine kontinuierliche und energieeffiziente Bewegungs- und Orientierungserkennung. Der 3D-Beschleunigungssensor misst Beschleunigungen in alle drei Richtungen (X, Y, Z) mit wählbaren Bereichen von ± 2 g bis ± 16 g, während das 3D-Gyroskop die Winkelgeschwindigkeit in drei Achsen mit Bereichen von ± 125 dps bis ± 2000 dps erfasst.

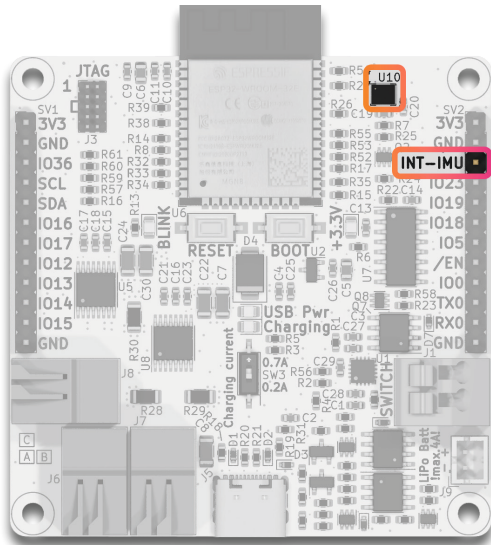


Abbildung 13: Position der IMU und des IMU-Interrupt Pins

Die IMU bietet verschiedene vordefinierte Interrupts, die bei bestimmten Ereignissen aktiviert werden, wie zum Beispiel der Freefall-Interrupt, der freien Fall erkennt, oder der WakeUp-Interrupt, der auf Bewegungen reagiert. Zusätzlich können spezifische Bewegungsmuster und Ereignisse konfiguriert werden, die an den Pin *INT-IMU* gemeldet werden.

Mit der Interrupt-Funktion der IMU kannst du sehr interessante Projekte programmieren, z.B. kannst du das RoboHeart in einen „Schlafmodus“ versetzen, um Energie zu sparen und erst wenn es jemand anstupst, wird der *INT-IMU* Pin automatisch von der IMU auf high gezogen und weckt das RoboHeart auf (versetzt es in den aktiven Modus). Du kannst sogar einen Schritt weitergehen und ein externes Board an den *INT-IMU* Pin anschließen und das Auf-

wecksignal für das externe Board mitbenutzen.

Beachte, dass der *IMU-INT* Pin intern auf dem RoboHeart mit GPIO39 des ESP32 verbunden ist, falls du diesen Pin nutzen möchtest.

Mit unseren Beispiel-Sketches in der Arduino-kompatiblen Bibliothek kannst du dir die Messdaten der IMU anzeigen lassen, ohne eine Zeile Code schreiben zu müssen.

STEUERUNG MIT DER ROBOHEART CONTROL APP

Dein Projekt ist fertig, aber du brauchst noch eine Bluetooth-Steuerung?

Kein Problem! Auf unserer Webseite findest du stets Links zu unseren kostenlosen Steuerungs-Apps für iOS und Android. Diese Apps sind kompatibel mit den Beispielen, die du in unserer Arduino-Bibliothek findest. Du brauchst dich um das Bluetooth-Setup nicht kümmern, wir haben für dich schon alles vorprogrammiert.

SERIELLE KOMMUNIKATION

I2C - Bus

Auf dem Pinout in Abbildung 3 siehst du die Pins *SCL* und *SDA*, das sind die Pins für den I2C-Bus (Inter-Integrated Circuit). Der I2C-Bus ermöglicht die Kommunikation zwischen dem RoboHeart Hercules und verschiedenen Peripheriegeräten wie Sensoren und Displays (nicht im Lieferumfang enthalten). Der Bus verfügt über interne Pull-Up Widerstände. Über diesen Bus kannst du mit der eingebauten IMU auf dem RoboHeart kommunizieren. Die I2C-Adresse der IMU ist 0x6A.

Intern auf dem RoboHeart sind die *SCL*-, *SDA*-Pins mit folgenden GPIOs des ESP32 verbunden:

SCL	-	GPIO 22
SDA	-	GPIO21

UART

Der UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) ist eine serielle Kommunikationsschnittstelle, die auf dem RoboHeart Hercules zur Kommunikation mit anderen Geräten wie Computern, Mikrocontrollern und Sensoren verwendet werden kann. Du siehst auf dem Pinout in Abbildung 3 die Pins *IO16* und *IO17*. Diese sind jeweils auf der Rückseite mit *RX1* und *TX1* markiert.

Bitte beachte: Da diese Pins für den UART vorgesehen sind, haben die entsprechenden Leitungen auf dem RoboHeart serielle Schutzwiderstände.

Um eine UART-Kommunikation zwischen dem RoboHeart Hercules und einem anderen Gerät herzustellen, verbinde die *TXD1*- und *RXD1*-Pins des RoboHearts mit den entsprechenden *RXD*- und *TXD*-Pins des anderen Geräts.

RoboHeart	<->	externes Board
TXD1	<->	RX
RXD1	<->	TX
GND	<->	GND

Du kannst auch die Pins *TXD0* und *RXD0* für die UART-Kommunikation nutzen sowie alle anderen digitalen Pins des ESP32, wenn du sie in deinem Arduino-Sketch entsprechend konfigurierst.

JTAG

Für erfahrene Maker haben wir einen ganz besonderen Leckerbissen auf dem RoboHeart – den JTAG-Anschluss (siehe Abbildung 14). Mit diesem Anschluss kannst du über einen externen JTAG-Kontroller (nicht im Lieferumfang enthalten) den ESP32 programmieren. Die Besonderheit dabei ist, dass du sogar Variablen während der Programmlaufzeit ändern kannst, das ist mit der herkömmlichen Arduino IDE nicht mehr möglich. Dies kann für dein Programm auch schädlich sein, also musst du genau wissen, was du tust, wenn du mit JTAG arbeitest!

Der JTAG-Anschluss ist mit einem Pin-Abstand von 1,27 mm und 2x5 Pins kompatibel mit gewöhnlichen miniJTAG-Kabeln. Die JTAG-Leitungen auf dem RoboHeart sind mit seriellen Schutzwiderständen versehen.

Auf der Rückseite des RoboHearts sieht man, dass die entsprechenden JTAG-GPIOs vom ESP32 auch in die Pins außen geführt sind: *I012(TDI)*, *I013(TCK)*, *I014(TMS)*, *I015(TDO)*. Diese Pins haben keine seriellen Schutzwiderstände.

In Abbildung 15 kannst du die JTAG-Pin-Zuordnung sehen.

⚠ Achtung! Das High-Logiklevel bei allen GPIOs und seriellen Schnittstellen beträgt 3,3 V.

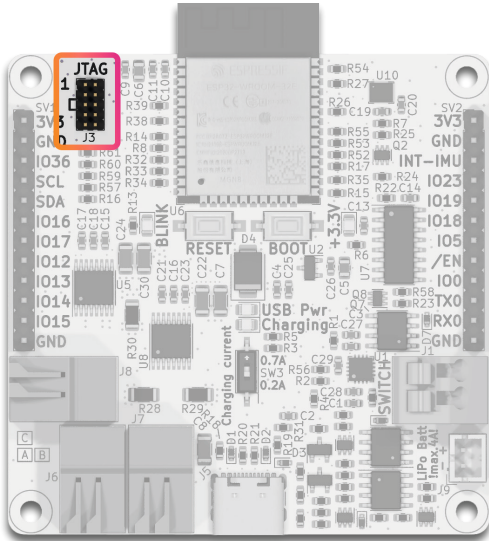


Abbildung 14: Position des JTAG-Anschlusses auf dem RoboHeart

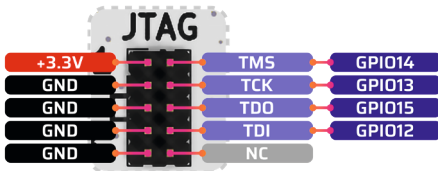


Abbildung 15: JTAG-Pinout

BESONDERE PINS UND TASTER

3V3-Pins

Auf dem RoboHeart werden dir sicherlich die zwei mit 3V3 gekennzeichneten Pins aufgefallen sein (siehe Abbildung 16). Auf dem Board gibt es insgesamt drei verschiedene Spannungsbusse.

1. **5V-Bus**, der aus dem USB-C-Anschluss gespeist wird und der von unserem Power-Stromkreis sofort umgewandelt wird in den Output des Akku-Bus.
2. **Akku-Bus**: Akkuspannung + 225 mV abhängig davon, ob ein Akku angeschlossen ist und welchen Ladestand er hat. Wenn kein Akku angeschlossen ist, sondern nur USB, hat dieser Bus eine Spannung zwischen 3,3 V und 3,5 V.
3. **3V3-Bus**, ein geregelter Spannungsbus, der konstant 3,3 V liefert (außer die Akkuspannung liegt darunter und es ist keine USB-Quelle angeschlossen).

Über den 3V3-Bus wird der digitale Teil des RoboHearts versorgt, wie z.B. der ESP32, die IMU oder der USB-UART Konverter. Die +3.3V-LED (siehe Abbildung 16) gibt dir Aufschluss darüber, ob der 3V3-Bus mit Spannung versorgt wird.

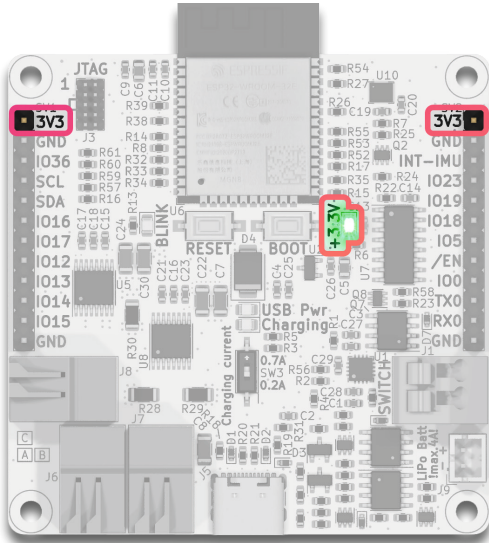


Abbildung 16: Position der 3V3-LED und der 3V3-Pins

Du kannst die 3V3-Pins für die Versorgung von externen Bauteilen benutzen, wenn du z.B. einen Ultraschallsensor anschließen möchtest. Achte darauf, dass deine externen Bauteile nicht mehr als 100 mA pro 3V3-Pin ziehen, da dieser Bus nicht gegen Überstrom geschützt ist.

Du hast außerdem ausreichend GND-Pins, um viele externe Bauteile anzuschließen, ohne dass du zusätzliche Verbindungselemente, Breadboards o.ä. brauchst bzw. löten musst.

Blink-LED

Der Klassiker für jeden Maker! Bevor das eigentliche Projekt losgeht, fängt jeder erst einmal mit einem „Blink-LED“-Programm an. Das ist das „Hello World“ der Maker.

Auch auf dem RoboHeart darf diese LED nicht fehlen, du findest ihre Position in Abbildung 17. Ein einfaches Blink-LED-Programm findest du auch in unserer Arduino-Bibliothek. Du kannst diese LED für beliebige Zwecke in deinem Projekt einsetzen und über dein Arduino-Sketch konfigurieren.

Bitte beachte, dass die Blink-LED intern auf dem RoboHeart mit *GPIO13* verbunden ist, du kannst diesen Pin auch extern ansteuern. Außerdem führt diese Leitung zu TCK auf dem JTAG-Konnektor. Das bedeutet: wenn du JTAG benutzt, wird diese LED anfangen zu blinken, das ist völlig normal.

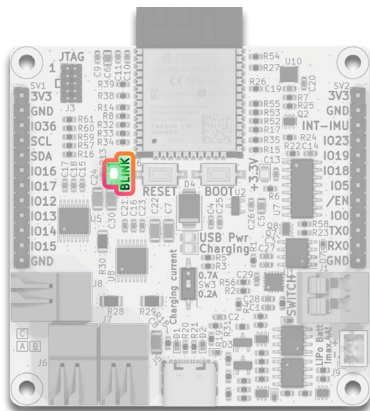


Abbildung 17: Position der Blink-LED

BOOT und RESET Knöpfe

Um den ESP32 neu zu starten, musst du das RoboHeart nicht von der USB-Quelle bzw. vom Akku trennen. Dafür kannst du einfach den *RESET*-Knopf kurz drücken (siehe Abbildung 9). Ein Neustart kann manchmal notwendig sein, wenn sich der ESP32 aus möglichen Gründen aufhängt oder wenn du ein neues Programm auf den ESP32 geladen hast.

Der *RESET*-Knopf zieht intern den EN-Pin des ESP32 auf LOW. Es ist außerdem ein internes Verzögerungsglied zwischengeschaltet.

Wenn du deinen ESP32 in den Boot-Modus versetzen möchtest, kannst du das mit dem *BOOT*-Knopf tun. Dieser Knopf zieht intern den IO0-Pin des ESP32 auf LOW. Es ist ein serieller Schutzwiderstand zwischengeschaltet.

Im Gegensatz zu anderen Boards brauchst du auf dem RoboHeart diese Knöpfe nicht für den Upload deines Arduino-Sketches zu drücken. Das RoboHeart verfügt über einen internen Schaltkreis, der einen automatisierten Upload über den USB-C-Anschluss ermöglicht, ohne dass irgendwelche Knöpfe betätigt werden müssen.

BEFESTIGUNG DES ROBOHEARTS IN DEINEM PROJEKT

Wenn du dein RoboHeart in einem beweglichen Projekt einbauen möchtest, wie z.B. einem eigenen ferngesteuerten Auto (mit unserer Bluetooth-App, siehe *Steuerung mit der RoboHeart Control App*) oder einem eigenen Roboter, dann muss dein RoboHeart sicher befestigt sein. Dafür haben wir in jeder Ecke des RoboHearts eine Bohrung vorgesehen. Das sind die Befestigungslöcher, die du in deinem Projekt nutzen kannst (in Abbildung 18 markiert). Die Befestigungslöcher sind kompatibel mit M2.5-Schrauben/Spacern. Die Schraubköpfe haben auch Platz (entsprechend DIN 85). Der Bereich um die Bohrlöcher ist geschützt, sodass die Schraubköpfe keine Bauteile auf dem RoboHeart beschädigen können und kein Spannungspotenzial auf die Schrauben oder dein Gehäuse übertragen werden kann.

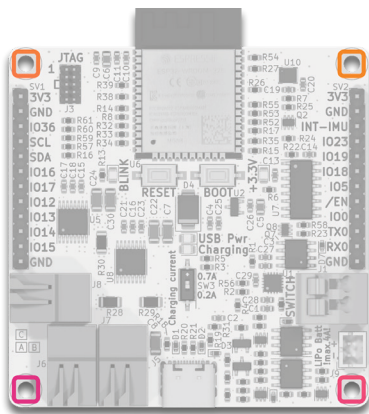


Abbildung 18: RoboHeart Position Befestigungslöcher

Eigenes Gehäuse für das RoboHeart

Obwohl das RoboHeart an sich in der Maker-Werkstatt einen schicken Eindruck machen kann, so ist es trotzdem manchmal praktisch das RoboHeart vor der Außenwelt zu schützen. Ein schönes Gehäuse für die eigene Platine lässt jedes Maker-Herz höher schlagen!

Wir bieten dir dafür genau, was du brauchst. Du kannst dir dein RoboHeart-Gehäuse selbst drucken, wenn du einen 3D-Drucker zu Hause hast. Wir stellen dir dafür unsere 3D-Modelle zur Verfügung!

Besuche unsere Webseite, dort findest du einen Link, der dich zu unseren 3D-Modellen für das RoboHeart Gehäuse leitet. Die Modelle sind ebenfalls **Open Source**. Sie sind für den FDM-Druck optimiert und brauchen keine Stützstrukturen.



Abbildung 19: RoboHeart im Gehäuse*

* Abbildungen ähnlich. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

ENTSORGUNG

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



KONTAKT

Bei Fragen wende dich bitte an:

Augmented Robotics s.r.o.
Na Bráne 8665/4
010 01 Žilina
Žilinský kraj
SLOWAKEI

E-Mail: roboheart@augmented-robotics.com

CREATIVE COMMONS NENNUNG DER AUTOREN

Das RoboHeart Hercules wurde nach echter Maker-Manier in KiCad entworfen. Ohne die KiCad-Community wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen!

Dieses Produkt verwendet Bibliotheken von KiCad, die unter der Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) lizenziert sind. Weitere Informationen zur Lizenz findest du unter folgendem Link:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Nachfolgend werden die Autoren der jeweiligen Bibliotheken genannt:

Dateiname	Hauptautoren	Dateiverfasser
C_0603_1608Metric.step	Maurice easyw & Frank Shack	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
C_0805_2012Metric.step	Maurice easyw & Frank Shack	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
C_1206_3216Metric.step	Maurice easyw & Frank Shack	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
D_S0D-523.step	Frank Shackmeister and Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
D_SMB.step	Frank Shackmeister and Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
PinHeader_2x05_P1.27mm_Vertical.step	Frank/Shack & Maurice/EasyW	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
USB_C_Receptacle_GCT_USB4105-xx-A_16P_TopMnt_Horizontal.step	Joan Obijuan, Rene Poeschl and Frank Shackmeister	KiCad StepUp, ksu, MCAD
JST_PH_B2B-PH-K_1x02_P2.00mm_Vertical.step	poeschlr using CadQuery, maurice, hyOzd	Rene Poeschl
LED_0805_2012Metric.step	Frank Severinsen	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
S0-8_3.9x4.9mm_P1.27mm.step	Maurice easyw	KiCad, OCCT
SOT-363_SC-70-6.step	Frank Shackmeister, Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD

R_0603_1608Metric.step	Frank Shackmeister, Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
R_1206_3216Metric.step	Frank Shackmeister, Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
PinHeader_1x12_P2.54mm_Vertical.step	Frank/Shack & Maurice/EasyW	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
SW_SPST_CK_RS282G05A3.step	Stefan Olsson	-
SW_DIP_SPSTx01_Slide_Copal_CHS-01B_W7.62mm_P1.27mm.step	Stefan Olsson	Terje Iø
SOT-23-3.step	Frank Shackmeister and Maurice easyw	KiCad, QCCT
SOIC-16_3.9x9.9mm_P1.27mm.step	Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
LGA-14_3x2.5mm_PO.5mm_LayoutBorder-3x4y.step	-	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
QFN-16-1EP_3x3mm_PO.5mm_EP1.8x1.8mm.step	Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD
ESP32-WROOM-32.step	Stefan Olsson	-
TSSOP-16_4.4x5mm_PO.65mm.step	Maurice easyw	KiCad StepUp, ksu, FreeCAD

Dieses Produkt verwendet außerdem Bibliotheken von SnapMagic, die unter der Gleichen Lizenz lizenziert sind.

Dateiname	Hauptautoren	Dateiverfasser
1-2834011-2.stp	TraceParts	SnapMagic
1-2834016-2.stp	TraceParts	SnapMagic

NOTIZEN



CE

**MIT LIEBE GEMACHT
FÜR MAKER VON MAKERN**



RoboHeart® ist eine eingetragene Marke der Augmented Robotics GmbH.