

# MIKROKONTROLLER & I<sup>2</sup>C BUS



by AS

[www.boxtec.ch](http://www.boxtec.ch)

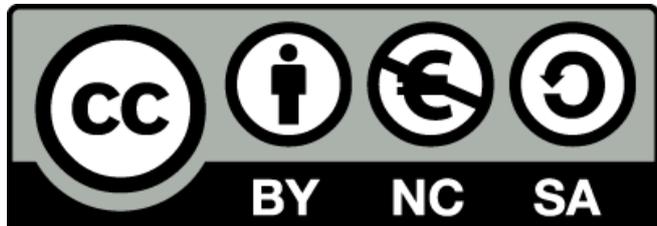
[playground.boxtec.ch/doku.php/tutorial](http://playground.boxtec.ch/doku.php/tutorial)

## Raspberry Pi Pico Hardware



## Copyright

Sofern nicht anders angegeben, stehen die Inhalte dieser Dokumentation unter einer „Creative Commons - Namensnennung- NichtKommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 DE Lizenz“



## Sicherheitshinweise

Lesen Sie diese *Gebrauchsanleitung*, bevor Sie diesen Bausatz in Betrieb nehmen und bewahren Sie diese an einem für alle Benutzer jederzeit zugänglichen Platz auf. Bei Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Bedienungsanleitung verursacht werden, erlischt die *Gewährleistung / Garantie*. Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung! Bei allen Geräten, die zu ihrem Betrieb eine elektrische Spannung benötigen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden. Besonders relevant sind für diesen Bausatz die VDE-Richtlinien VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860. Bitte beachten Sie auch nachfolgende Sicherheitshinweise:

- Nehmen Sie diesen Bausatz nur dann in Betrieb, wenn er zuvor berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut wurde. Erst danach darf dieser an eine Spannungsversorgung angeschlossen werden.
- Lassen Sie Geräte, die mit einer Versorgungsspannung größer als 24 V- betrieben werden, nur durch eine fachkundige Person anschließen.
- In Schulen, Ausbildungseinrichtungen, Hobby- und Selbsthilfwerkstätten ist das Betreiben dieser Baugruppe durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.
- In einer Umgebung in der brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können, darf diese Baugruppe nicht betrieben werden.
- Im Falle einer Reparatur dieser Baugruppe, dürfen nur Original-Ersatzteile verwendet werden! Die Verwendung abweichender Ersatzteile kann zu ernsthaften Sach- und Personenschäden führen. Eine Reparatur des Gerätes darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.
- Spannungsführende Teile an dieser Baugruppe dürfen nur dann berührt werden (gilt auch für Werkzeuge, Messinstrumente o.ä.), wenn sichergestellt ist, dass die Baugruppe von der Versorgungsspannung getrennt wurde und elektrische Ladungen, die in den in der Baugruppe befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.
- Sind Messungen bei geöffnetem Gehäuse unumgänglich, muss ein Trenntrafo zur Spannungsversorgung verwendet werden
- Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen die Baugruppe verbunden ist, müssen immer auf Isolationsfehler oder Bruchstellen kontrolliert werden. Bei einem Fehler muss das Gerät unverzüglich ausser Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist.
- Es ist auf die genaue Einhaltung der genannten Kenndaten der Baugruppe und der in der Baugruppe verwendeten Bauteile zu achten. Gehen diese aus der beiliegenden Beschreibung nicht hervor, so ist eine fachkundige Person hinzuzuziehen

## Bestimmungsgemäße Verwendung

- Auf keinen Fall darf 230 V~ Netzspannung angeschlossen werden. Es besteht dann Lebensgefahr!
- Dieser Bausatz ist nur zum Einsatz unter Lern- und Laborbedingungen konzipiert worden. Er ist nicht geeignet, reale Steuerungsaufgaben jeglicher Art zu übernehmen. Ein anderer Einsatz als angegeben ist nicht zulässig!
- Der Bausatz ist nur für den Gebrauch in trockenen und sauberen Räumen bestimmt.
- Wird dieser Bausatz nicht bestimmungsgemäß eingesetzt kann er beschädigt werden, was mit Gefahren, wie z.B. Kurzschluss, Brand, elektrischer Schlag etc. verbunden ist. Der Bausatz darf nicht geändert bzw. umgebaut werden!
- Für alle Personen- und Sachschäden, die aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen, ist nicht der Hersteller, sondern der Betreiber verantwortlich. Bitte beachten Sie, dass Bedien- und /oder Anschlussfehler außerhalb unseres Einflussbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen.
- Der Autor dieses Tutorials übernimmt keine Haftung für Schäden. Die Nutzung der Hard- und Software erfolgt auf eigenes Risiko.

## Raspberry Pi Pico - Hardware

Im Januar 2021 wurde von der Raspberry Pi Foundation ein neues Produkt vorgestellt. Von ihr wurde bisher der Minicomputer Raspberry Pi entwickelt. Es ist der Raspberry Pi Pico.

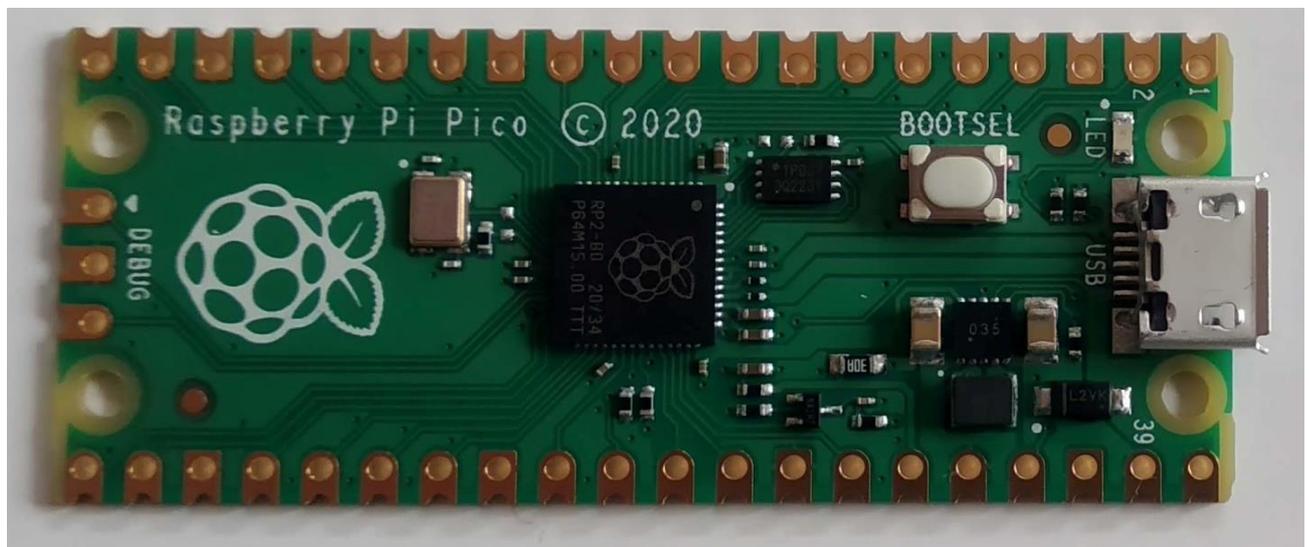
Der neue Raspberry Pi Pico, ist im Gegensatz zu seinen Geschwistern, kein Minicomputer mit einem Betriebssystem sondern ein Microcontroller Board auf dem Programme in MicroPython oder C/C++ ausgeführt werden können.

Im Netz gibt es viele Tutorials, Artikel und Bücher, die den Raspberry Pi Pico vorstellen. Bei diesem Tutorial werde ich mich auf die Verwendung an meinen Modularen Boards beschränken.

### Aufbau

Der Raspberry Pi Pico hat eine Größe von 50 x 20 mm. Er wird als kleine Platine mit seitlichen Anschlüssen geliefert. Er hat an jeder Seite 20 Pins, an einem Ende einen USB Anschluss und am anderen Ende 3 weitere Pins. Die genaue Bezeichnung kann man den Datenblatt oder der Bezeichnung auf der Rückseite entnehmen.

### Vorderseite



### Rückseite mit Angabe der Pins



Leider befinden sich die Angaben zu den Pins nur auf der Rückseite.

## Hardware

Als Prozessor des Raspberry Pi Pico wird ein RP2040 verwendet. Dieser Prozessor ist von der Raspberry Pi Foundation selbst entwickelt worden.

Kurz die wichtigsten Eckdaten:

- Dual-core Arm Cortex-M0+ mit bis zu 133MHz
- 264 kB RAM
- 2 MB interner Flash-Speicher
- 8 programmierbare I/O State Machines (PIOs)
- 30 GPIOs mit Mehrfachfunktion (am Pico sind 26 davon verfügbar), davon 4 Analogeingänge (am Pico sind 3 davon verfügbar)
- USB 1.1 inkl. USB Mass-Storage-Unterstützung (d.h., Geräte mit dem RP2040 können zur Programmierung wie ein USB-Stick genutzt werden)

Der RP2040 ermöglicht einen Zugriff auf bis zu 16MB externen Flash-Speicher (QSPI-Bus) und verfügt über einen DMA-Controller.

Über die 26 *General Purpose Input/Output Pins* (kurz GPIOs) können die folgenden Funktionen bzw. Bussysteme genutzt werden:

- 3x Analog-Eingang (12 Bit Auflösung)
- 16x PWM-Ausgang
- 2x SPI-Bus (Serial Peripheral Interface)
- 2x I<sup>2</sup>C-Bus (Inter-Integrated Circuit)
- 2x UART (serielle Schnittstelle)

Der Pico verfügt über einige weitere Anschlusspins, die zur Stromversorgung sowie zum Debugging dienen. Auf der Platine des Picos befinden sich außerdem eine programmierbare Leuchtdiode sowie ein kleiner Taster zur Auswahl zwischen zwei Boot-Modi.

Zur Programmierung sowie zur Stromversorgung gibt es einen Micro-USB-Eingang. Alternativ kann die Stromversorgung des Picos auch über die Kontakte der Platine erfolgen, wobei die Eingangsspannung zwischen 1,8 und 5,5 V liegen muss.

## Pico-Alternativen mit dem RP2040

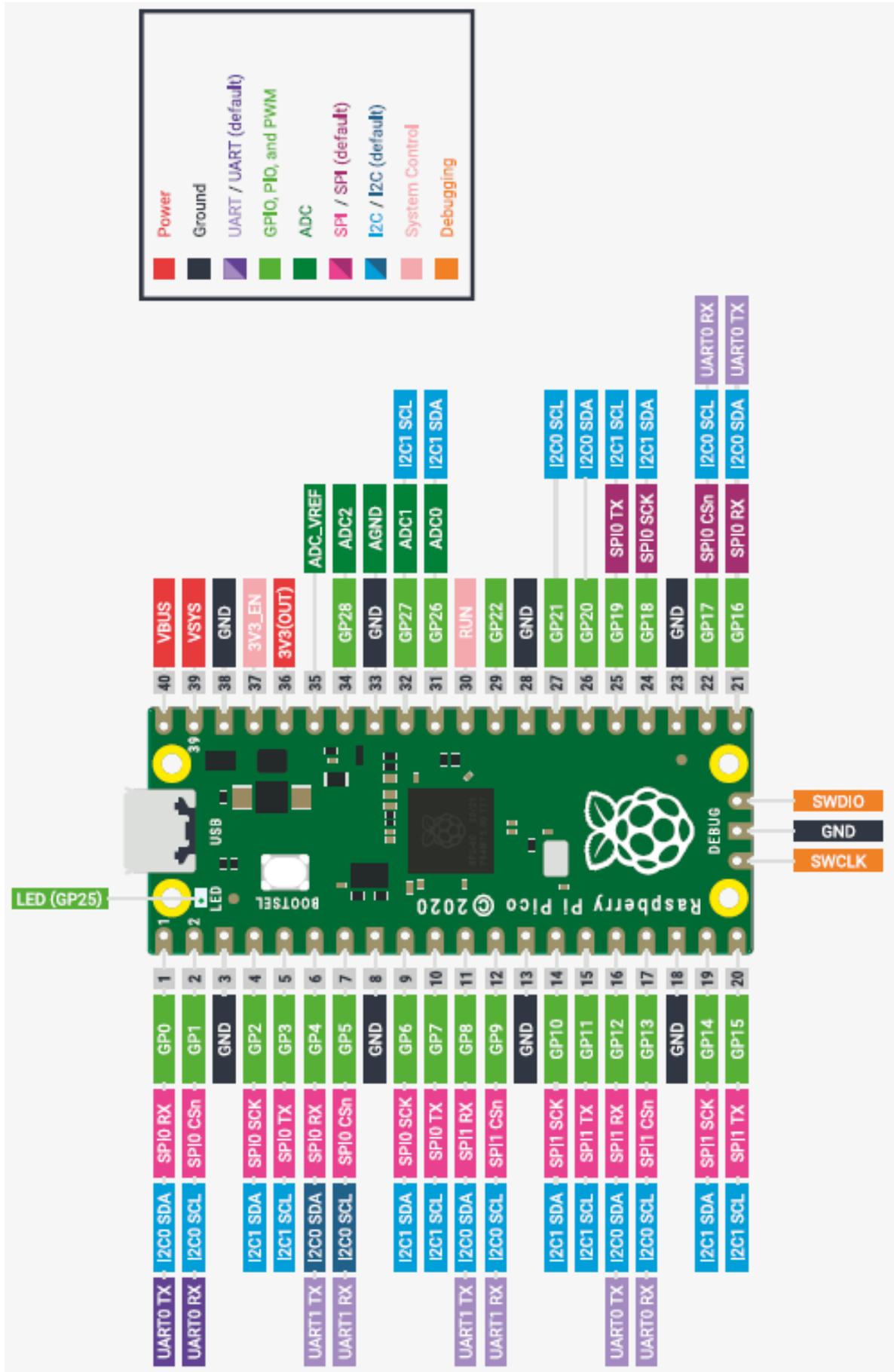
Der Pico ist das erste Gerät mit dem RP2040. Die Raspberry Pi Organisation wird den Chip aber nicht exklusiv verwenden. Vielmehr wollen andere Hersteller in den nächsten Zeit eigene Microcontroller-Boards auf der Basis des RP2040 vorstellen. Im Netz sind verschiedene Angaben zu anderen Herstellern zu finden, z.B. Boards von Adafruit, Arduino, Pimoroni und SparFun.

## Belastung der GPIO

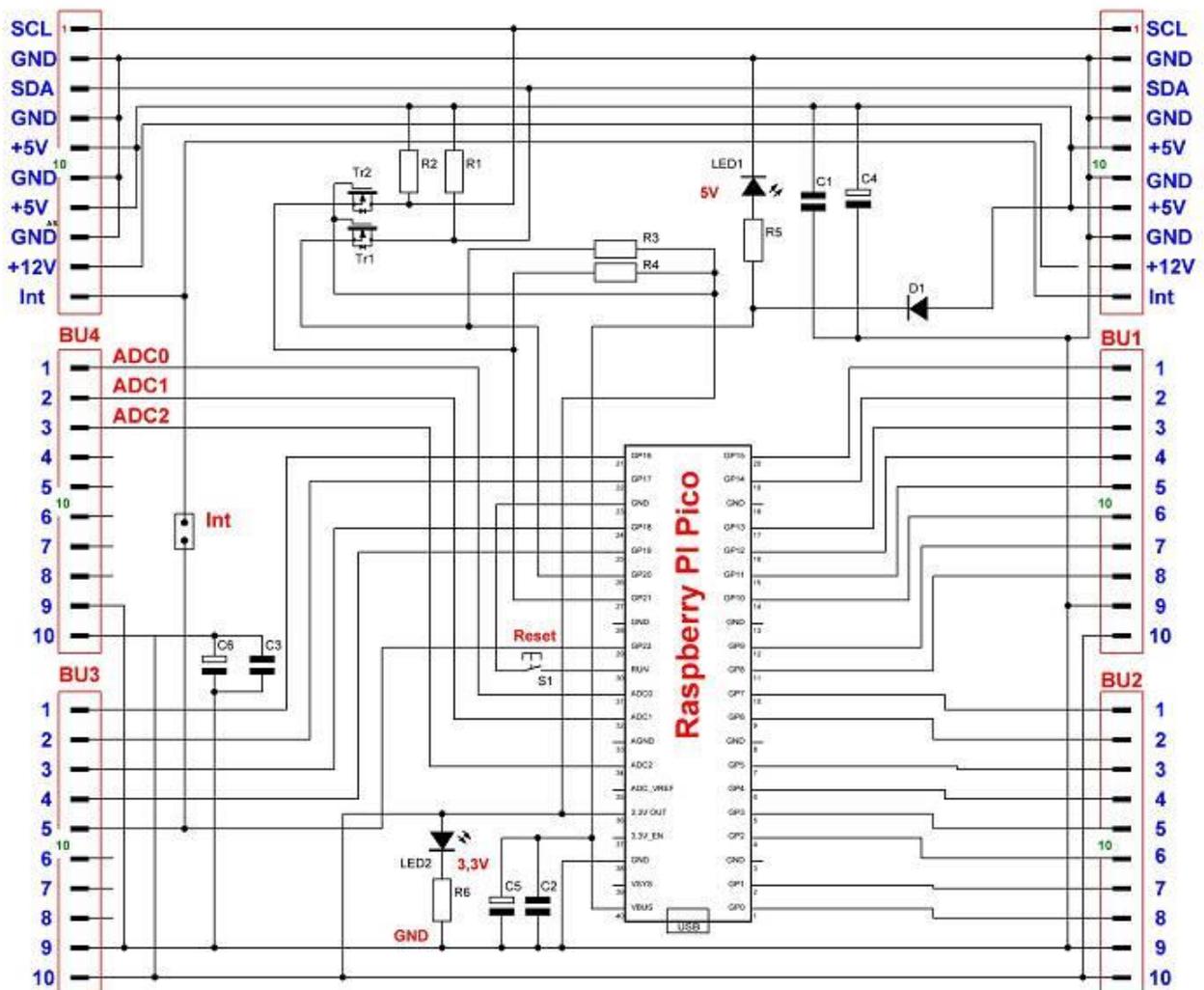
Nach Angabe im Datenblatt kann an jedem GPIO (Ausgangspin) ein maximaler Strom von 2 bis (12) mA entnommen/geschaltet werden.

**Die GPIOs sind auf einen Betrieb mit 3,3 V ausgelegt ( nicht 5V ! ).**

Dabei ist auf jeden Fall der Gesamtstrom von 100 mA durch den RP2040 zu beachten. Die genauen Angaben dazu bitte dem Datenblatt für den RP2040 des Herstellers entnehmen. Bei meinem Aufbau werden die Ausgänge mit max. 2 mA belastet. Dadurch ergibt sich ein Gesamtstrom von ca. 40 - 50 mA.



Auszug aus dem Datenblatt des Herstellers



Bezeichnung der einzelnen Pins am Pico:

- **GPIO 0 - GPIO 22** (General Purpose IO) - rein digitale Eingabe/ Ausgabe-Pins
- **GPIO 26 - GPIO 28** - digitale oder analoge (ADC) Eingabe/ Ausgabe-Pins
- **GND** Ground/Masse-Anschlüsse
- **Pin 40** (VBUS) - VBUS entspricht der Eingangsspannung des Mikro-USB-Eingangs. Dies sind entweder 5V oder 0V, falls der USB-Eingang nicht angeschlossen ist.
- **Pin 39** (VSY) - VSY ist die Eingangsspannung des Boards und kann zwischen 1,8V und 5,5V liegen.
- **Pin 37** (3V3\_EN) - 3V3\_EN ist mit dem SMPS des Boards verbunden und besitzt einen internen Pullup-Widerstand von 100kΩ zu VSY. Um die 3,3V zu deaktivieren, muss dieser Pin auf LOW geschaltet werden (dies hat auch zur Folge, dass der RP2040 ausgeschaltet wird).
- **Pin 36** (3V3) - 3V3 entspricht einer Spannung von 3,3V, die sowohl intern verwendet wird, als auch für externe Schaltungen verwendet werden kann. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass nicht mehr als 300mA fließen.
- **Pin 35** (ADC\_VREF) ADC\_VREF entspricht der Betriebs- bzw. Referenzspannung für den ADC. Über eine externe Spannungsquelle an diesem Pin kann die Genauigkeit des ADC verbessert werden

- **Pin 33** (AGND) - AGND ist die Ground-Referenz für GPIO 26-29. Wenn der ADC nicht verwendet wird oder dessen Leistung unkritisch ist, dann kann dieser Pin auch mit dem digitalen GND verbunden werden.
- **Pin 30** (RUN) - RUN ist der Enable-Pin für den RP2040 und ist mit einem 50kΩ-Pullup-Widerstand mit 3,3V verbunden. Um den RP2040 zu resetten, muss der Pin auf LOW (GND) geschaltet werden.

## Belegung der Buchsen / GPIO

### BU 1

GP 15 - BU 1/1	GP 14 - BU 1/2	GP 13 - BU 1/3	GP 12 - BU 1/4
GP 11 - BU 1/5	GP 10 - BU 1/6	GP 9 - BU 1/7	GP 8 - BU 1/8

### BU 2

GP 7 - BU 2/1	GP 6 - BU 2/2	GP 5 - BU 2/3	GP 4 - BU 2/4
GP 3 - BU 2/5	GP 2 - BU 2/6	GP 1 - BU 2/7	GP 0 - BU 2/8

### BU 3

GP 16 - BU 3/1	GP 17 - BU 3/2	GP 18 - BU 3/3	GP 19 - BU 3/4
GP 22 - BU 3/5/Int	frei - BU 3/6	frei - BU 3/7	frei - BU 3/8

### BU 4

GP 26 - BU 4/1	GP 27 - BU 4/2	GP 28 - BU 4/3	frei - BU 4/4
frei - BU 4/5	frei - BU 4/6	frei - BU 4/7	frei - BU 4/8

## Versorgungsspannung

Pin 40 -  $V_{DD}$  (+5V) (VBUS) - Anschluss für 5V von extern (USB)  
 Pin 38, 33, 28, 23, 18, 13, 8 und 3 - GND - Anschluss GND  
 Pin 36 - 3V3 - Interne Versorgungsspannung und Anschluss von externen Geräten (max.300mA)

## Reset

Pin 30 auf GND legen

## I<sup>2</sup>C Bus

Meine Hardware arbeitet vorzugsweise mit dem I<sup>2</sup>C Bus mit +5V an den Pins 1 (SDA) und Pin 2 (SCL). Der Raspberry Pi Pico verfügt über 2 x I<sup>2</sup>C Bus. Zur Anpassung von 3,3V auf 5V verwende ich einen Pegelwandler.

**I<sup>2</sup>C Bus 0:** Pin 1, 2, 6, 7, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 26 und 27 (SCL und SDA)

**I<sup>2</sup>C Bus 1:** Pin 4, 5, 9, 10, 14, 15, 19, 20, 24, 25, 31 und 32 (SCL und SDA)

## Analoge Eingänge

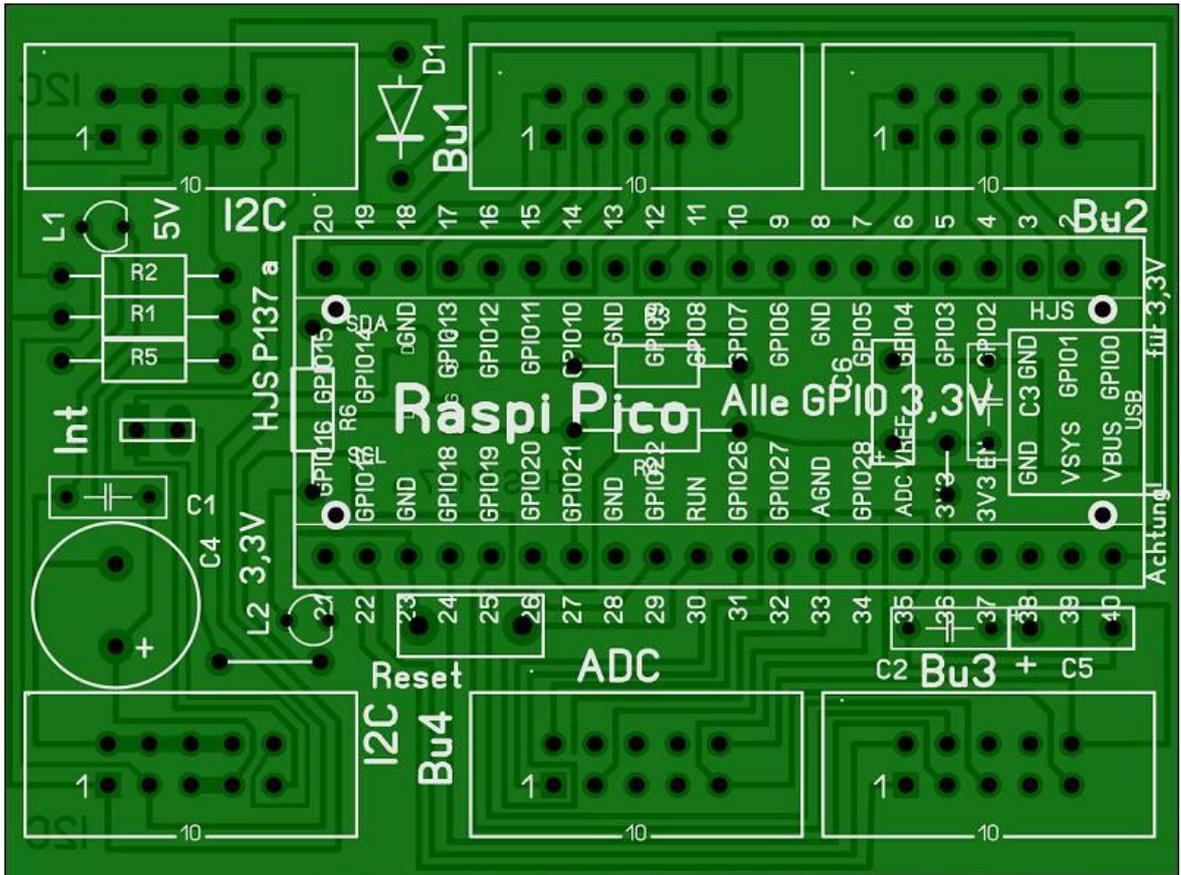
Der RP2040 hat insgesamt 5 ADC Eingänge (Analog Digital Converter / A/D Wandler).

- SAR ADC (successive-approximation ADC)
- 500 kS/s (mit externer 48MHz Clock)
- 12-bit (9.5 ENOB, effective number of bits - tatsächliche Auflösung)

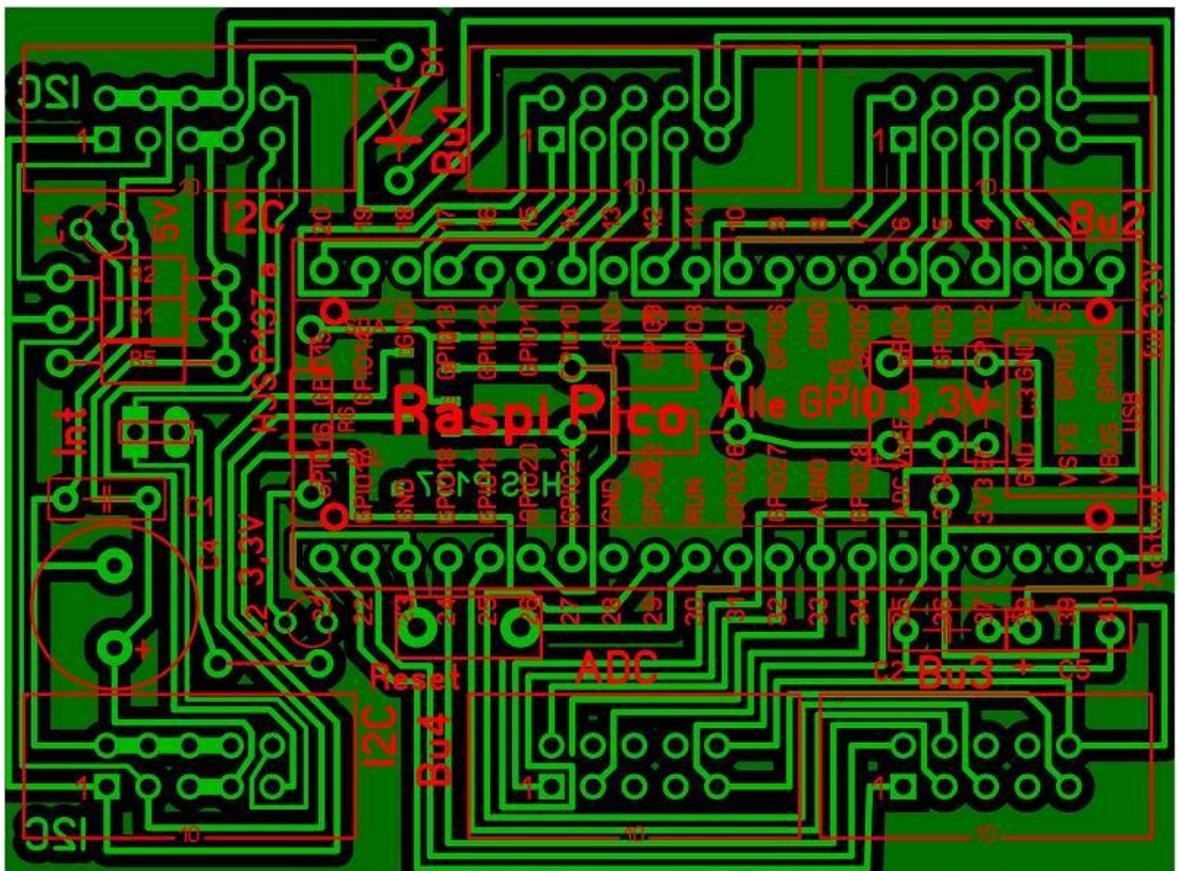
**Pin 31** - ADC 0      **Pin 32** - ADC 1      **Pin 34** - ADC 2

Ein ADC Eingang wird für den internen Temperatursensor des RP2040 verwendet und ein ADC Eingang wird am Pico zur Spannungsüberwachung verwendet.

Platine P137a in der Fotoansicht



Platine P137a in der Durchsicht



## Bauteile:

<b>L1, L2</b> - LED, 2 mA, 3 oder 5 mm	<b>Tr1, Tr2</b> - 2N7002 (BSS138)
<b>T1</b> - Taster klein	<b>R1, R2</b> - Widerstand 4,7 kOhm
<b>R3, R4</b> - Widerstand 10 kOhm	<b>R5</b> - Widerstand 1,5 kOhm
<b>R6</b> - Widerstand 650 Ohm	<b>C1, C2, C3</b> - Kondensator 100 nF
<b>C4, C6</b> - Elko 470/16	<b>C5</b> - Elko 100/16
<b>6</b> x Wannenstecker 2x5 RM 2,54	<b>2</b> x Stiftbuchse 20 polig RM 2,54
<b>1</b> x Stiftleiste 2 polig RM 2,54	<b>1</b> x Platine P 137a ( 72 x 54 mm )
<b>1</b> x Board Raspberry Pi Pico	<b>1</b> x 1N4001

Auf Grund der kompakten Bauweise eignet sich der Raspberry Pi Pico auch für den Aufbau auf einem Breadboard. Damit kann man schnell und einfach Schaltungen aufbauen oder den ersten Test zur Funktion machen.

Einige Teile des Textes wurden zur besseren Übersicht farblich gestaltet.

Die Nutzung erfolgt auf eigenes Risiko.

Ich wünsche viel Spaß beim Bauen und programmieren

Achim

[myroboter@web.de](mailto:myroboter@web.de)

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/raspberry-pi/2611031.htm> und weitere

<https://www.mitp.de/IT-WEB/Elektronik-Maker/Raspberry-Pi-Pico-Schnelleinstieg.html>

<https://www.555circuitslab.com/>

<https://github.com/arduinoopraxis/Buch-RPi-Pico>

Mein besonderer Dank gilt Herrn Thomas Brühlmann für seine Hilfe. Als Grundlage zu dieser Hardware wurde das Buch „Raspberry Pi Pico Schnelleinstieg“ verwendet.

Leider hat sich die erste Version der Hardware als nicht Praxis tauglich erwiesen. Deshalb habe ich die Platine geändert und eine zusätzliche Buchse zum Anschluss der ADC und eine Diode in der 5V Leitung eingefügt.

In der Version 1.2 wurde der Raspberry Pi Pico um 180° gedreht. Dadurch ergeben sich Veränderungen bei der Belegung der GPIO und der Wannenstecker. Die genaue Belegung habe ich oben angegeben.

Durch die Diode D1 wird verhindert dass die 5V vom USB zurück an andere Module gehen. Wenn das nicht gewünscht wird kann sie einfach überbrückt oder nicht bestückt werden. Zusätzlich wurde Tr1 und Tr2 mit 2N7002 bestückt, wodurch eine höhere Übertagung möglich ist.