

Thomas Brühlmann

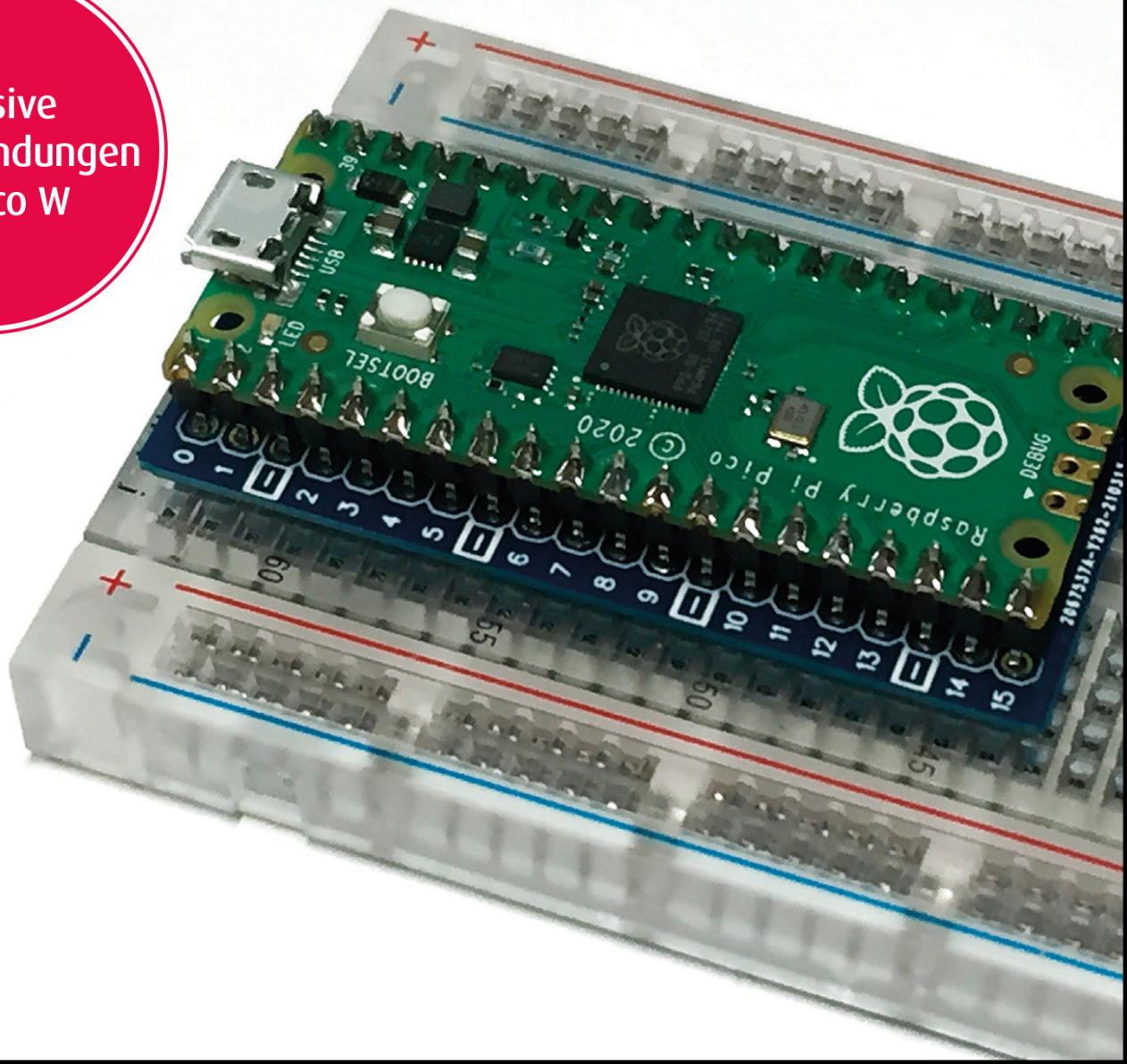
RASPBERRY PI PICO Schnelleinstieg

Kompakter Leitfaden für die Hardware

Einfache Programmierung mit MicroPython

2. Auflage

Inklusive
Webanwendungen
mit Pico W



mitp

Inhalt

Einführung	9
 1 Das Board	
1.1 Der Raspberry Pi Microcontroller RP2040	13
1.2 Die Leiterplatte	14
1.3 Die Leiterplatte Pico W	16
1.4 Anschlüsse	18
1.5 Spannungsversorgung	23
1.6 Spannungsversorgung Zusatzfunktionen	24
1.6.1 Abfrage USB	24
1.6.2 Low Power	25
 2 Die Software	
2.1 Thonny-Entwicklungsumgebung (IDE)	27
2.1.1 Installation von Thonny	27
2.1.2 Konfiguration von Thonny	28
2.2 MicroPython	30
2.2.1 MicroPython für Raspberry Pi Pico	31
2.2.2 Installation von MicroPython	32
2.2.3 MicroPython in ThonnyIDE	34
 3 Erste Schritte	
3.1 Erstes Programm	37
3.2 Projekt »Blink LED«	40
3.3 Programmaufbau	42
3.4 Steckbrett und Elektronik	46
3.4.1 Steckbrett	46
3.4.2 Bauteile der Elektronik	50

4 Digitale Ein- und Ausgänge

4.1	Ein- und Ausgänge am Pico	57
4.2	Eingang einlesen	59
4.2.1	Pullup oder Pulldown	59
4.3	Praxisbeispiel: Taster einlesen und Status ausgeben	62
4.4	LED ansteuern	63
4.5	PWM	66
4.5.1	Praxisbeispiel: LED mit PWM	68
4.6	Servo	69
4.6.1	Praxisbeispiel: Servo mit Potentiometer	70
4.7	Transistor, Relais	73
4.7.1	Transistor	73
4.7.2	Relais	76
4.8	Motor	79
4.8.1	Einfache Motor-Stufe (ein Motor)	79
4.8.2	Motor-Treiber für zwei Motoren	80
4.8.3	Praxisbeispiel: Motor-Ansteuerung (1 Motor)	81
4.8.4	Praxisbeispiel: Motor-Ansteuerung (2 Motoren)	84
4.8.5	Praxisbeispiel: Mini-Roboter	87

5 Analoge Welt

5.1	Spannung einlesen	91
5.2	Praxisbeispiel: Messung mit dem internen Temperatursensor	92
5.3	Praxisbeispiel: Poti mit LED-Ampel	93
5.4	Praxisbeispiel: Lichtmesser mit LDR	96
5.5	Praxisbeispiel: Temperaturmessung mit NTC	100

6 Anzeigen

6.1	RGB-LED	105
6.2	LC-Display (LCD)	108
6.3	OLED-Display	113
6.4	Projekt: Wetterstation mit Umweltsensor DHT22	117
6.5	Projekt: Uhr mit OLED	121

7 Schnittstellen

7.1	UART	129
7.1.1	Praxisbeispiel: Datenaustausch mit Arduino	130

7.2	I2C	134
7.2.1	I2C-Bus auf dem Pico	135
7.2.2	Definition I2C mit MicroPython	136
7.2.3	I2C-Scanner	137
7.3	Praxisbeispiel: Lichtmesser mit BH1750	138
7.4	WiFi mit Pico W	141
7.4.1	WLAN-Controller	141
7.4.2	Bibliothek network	142
7.4.3	Webclient	143
7.4.4	Webserver	147
7.4.5	Webserver mit JS-Chart	151
7.4.6	MQTT-Client	158

8 Programm-Erweiterungen

8.1	Bibliotheken	171
8.2	Programmable Input and Output (PIO)	173
8.2.1	Praxisbeispiel: Blink mit State Machine	174
8.2.2	Praxisbeispiel: Blinker als Alarmmelder	177

9 Pinout-Boards

9.1	Pico-Pinout und Beschreibung	181
9.2	Technische Daten	186
9.3	RP2040-Boards	187
9.3.1	Sparkfun	187
9.3.2	Arduino	188
9.3.3	Adafruit	189
9.3.4	PIMORONI	190
9.3.5	XIAO RP2040	191
9.4	Hardware-Erweiterungen	191
9.4.1	Reset-Schalter	192
9.4.2	Pico-Pinout-Board für Steckbrett	194

10 Stücklisten

Stichwortverzeichnis	201
-----------------------------------	------------

Einführung

Im Januar 2021 hat eine News-Meldung die Maker- und Bastlerszene überrascht. Die Raspberry Pi Foundation, also die Organisation, die die bisher bekannten Minicomputer Raspberry Pi entwickelt hat, präsentiert ein neues Mitglied in ihrer Produkte-Reihe. Willkommen Raspberry Pi Pico!

Die Vorstellung des neuen Raspberry Pi Pico, in diesem Buch in der Kurzform »Pico«, wurde unbemerkt im Hintergrund vorbereitet und nur wenige Hardware-Hersteller aus dem Maker-Umfeld waren informiert. Zu diesen Anbietern gehören Adafruit, Sparkfun, Arduino und Pimoroni. Diese Hardware-Firmen präsentieren mit der Vorstellung des Pico gleichzeitig eigene, compatible Boards und Lösungen. Diese Lösungen sind zum aktuellen Zeitpunkt (März 2021) noch in Entwicklung. Die bisher präsentierten Informationen zu den neuen Boards werden viele Maker, Bastler und Microcontroller-Board-Anwender erfreuen.

Dank der zeitlich geplanten Vorstellung des Pico ist das neue Microcontroller-Board bereits bei einzelnen Händlern und Online-Shops verfügbar. Die aktuelle Ausgabe der englischen Bastlerzeitschrift *HackSpace* (<http://hsmag.cc>) bringt den Abonnenten und Käufern neben der Zeitschrift ein Pico-Board. Leider ist diese Aktion breit gefächert nur auf der englischen Insel verfügbar. Glückliche Besitzer haben sich vielleicht auch an einem Zeitschriftenshop auf einem Flughafen eine Ausgabe mit Board sichern können.

Da Sie dieses Buch gekauft haben, gehören Sie vermutlich auch zur Maker-Community, die sich für das neue Board der Raspberry Pi Foundation interessiert und gerne interaktive Anwendungen mit Schalter, Anzeigen, Motoren usw. realisieren möchte. Möglicherweise haben Sie bereits erste Erfahrungen mit Microcontrollern wie Arduino gemacht.

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

Mit der Vorstellung des Pico sind die News aber noch nicht fertig erzählt. Neben dem neuen Microcontroller-Board gibt es auch einen neuen Microcontroller. Auf dem Pico wird ein eigener, von der Raspberry Pi Foundation entwickelter Chip eingesetzt – der Microcontroller hat die Bezeichnung RP2040.

Diese spannenden Neuigkeiten bringen wieder Schwung in die Maker-Szene. Ein neues Microcontroller-Board, das einen solch markanten Eindruck in der Szene und in den sozialen Medien hinterlässt, erscheint nicht täglich. Obwohl erst kurze Zeit seit der Präsentation des Pico vergangen ist, findet man auf den bekannten sozialen Plattformen wie Twitter, YouTube und Hackaday schon eine ganze Menge an nützlichen Informationen, Beispielen und Tutorials. Täglich kommen neue Projekte dazu und erweitern so die Möglichkeiten des kleinen Boards.

Im Juni 2022 hat die Raspberry Pi Foundation ein neues Board vorgestellt – den Raspberry Pi Pico W. Der Buchstabe W bedeutet *wireless*. Das neue Board hat nun einen von vielen Anwendern gewünschten WLAN-Adapter. Jetzt kann auch der Raspberry Pi Pico W für drahtlose Webanwendungen wie Sensoranwendungen oder als MQTT-Client verwendet werden.

Dieser kompakte Guide soll Sie beim Einstieg ins Thema Raspberry Pi Pico, Raspberry Pi Pico W und MicroPython unterstützen. Idealerweise haben Sie schon mit anderen Microcontroller-Boards gearbeitet und Grundkenntnisse in Python oder einer anderen Programmiersprache.

Im Buch benenne ich die Boards allgemein als Raspberry Pi Pico. Bei spezifischen Funktionen, wie der WLAN-Funktionalität, verweise ich auf den Raspberry Pi Pico W.

Das Buch ist so aufgebaut, dass Sie die Kapitel nacheinander durcharbeiten können.

In Kapitel 1 werden der Raspberry Pi Pico und der Pico W vorgestellt, die Anschlüsse erklärt und die technischen Daten und Funktionen vorgestellt.

In Kapitel 2 wird die Firmware der Programmiersprache MicroPython, eine kompakte und abgespeckte Version von Python, installiert. Anschließend wird die Entwicklungsumgebung Thonny installiert und konfiguriert. Nach dem Verbindungsaufbau zwischen der Entwicklungsumgebung und dem Pico steht die nötige Infrastruktur bereit.

Das erste Programm, im Hardware-Umfeld ein Blink-Programm, wird in Kapitel 3 erstellt und auf den Pico und den Pico W geladen. Anschließend werden die Struktur der Programme und der Programmaufbau erklärt. Gleichzeitig werden die nötige Elektronik und Hardware wie Steckbrett, die für die nachfolgenden Beispiele verwendet werden, erläutert.

Das Kapitel 4 beschreibt den Einsatz der digitalen Ein- und Ausgänge des Pico. In praktischen Beispielen werden die Zustände von Tastern eingelesen und Leuchtdioden, Servos und Relais angesteuert.

Die analoge Welt mit den integrierten Analog/Digital-Wandlern wird in Kapitel 5 vorgestellt. Analoge Sensoren wie Fotowiderstand und Temperatursensor werden in Betrieb genommen.

In Kapitel 6 werden Anzeige-Elemente eingesetzt. Zuerst wird eine Leuchtdiode als optisches Element über eine Dimm-Funktion angesteuert. Anschließend erklären Praxisbeispiele den Einsatz von LC- und OLED-Displays. Zum Schluss wird eine kleine Wetterstation und eine OLED-Uhr realisiert.

Kapitel 7 beschreibt den Einsatz der seriellen Schnittstelle (UART) und des I2C-Bus sowie die WLAN-Funktionalität des Pico W. In einem Praxisprojekt wird ein Lichtmesser und ein MQTT-Client realisiert.

In Kapitel 8 werden Programmerweiterungen wie die State-Machine und Module und Bibliotheken beschrieben.

Kapitel 9 beinhaltet technische Themen wie die Beschreibung des Pinouts und der einzelnen Anschluss-Pins sowie technische Daten zum Pico, Pico W und dem Microcontroller RP2040.

Alle Stücklisten zu den einzelnen Projekten werden in Kapitel 10 bereitgestellt.

Weitere Informationen

Weitere Informationen zum Buch und zu den Projekten mit dem Raspberry Pi Pico sind auf meiner Website erhältlich:

<https://555circuitslab.com>

Die Beispielprogramme aus dem Buch können über meinen Github-Account bezogen werden:

<https://github.com/arduinoopraxis>

Auf meiner Website findet man auch weitere Informationen zu meinen Microcontroller-Projekten wie auch Details zu meinen Büchern über die Themen Arduino und Sensoren.

Auf der Website des Verlages sind Informationen zu diesem Buch unter folgender Adresse verfügbar:

<https://mitp.de/0640>

Kontakt zum Autor

Anregungen, Rückmeldungen und Fragen können Sie über Twitter oder E-Mail an mich senden.

E-Mail: maker@555circuitslab.com

Twitter: <https://twitter.com/arduino Praxis>

Danksagung

Ein großer Dank geht an meine Familie, meine Frau Aga und meine Jungs Tim und Nik. Auch bei diesem Buchprojekt haben sie mir wieder den nötigen Freiraum gegeben.

Herzlichen Dank an meine Lektorin Sabine Schulz für den unkomplizierten und schnellen Ablauf bei der Entstehung dieses Buchprojekts.

Im März 2023

Thomas Brühlmann

Kapitel 1

Das Board

In diesem Kapitel werden die Hardware des Raspberry Pi Pico, die Anschlüsse und die Spannungsversorgung beschrieben.

1.1 Der Raspberry Pi Microcontroller RP2040

Der Raspberry Pi Pico und der Pico W werden mit einem Microcontroller RP2040 betrieben. Der RP2040 ist ein Microcontroller, der von der Raspberry Pi Foundation entwickelt wurde.

Abbildung 1.1 zeigt den integrierten Baustein.

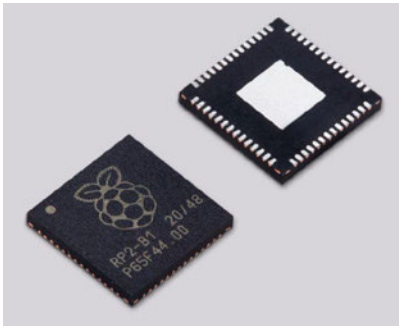


Abb. 1.1: RP2040 – Raspberry Pi Microcontroller

Der RP2040 ist ein leistungsstarker Microcontroller mit einem Dual-core Arm Cortex-M0+ Processor.

Die Hauptmerkmale des RP2040 sind:

- 2 CPU Cores mit ARM-Cortex-M0 Prozessoren, getaktet mit 133 MHz
- 264 MB RAM, aufgeteilt auf 6 Blöcke
- Flexible I/O, UART, SPI und I2C-Schnittstellen, USB 1.1, 4-Kanal-Analog-Digital-Wandler, Programmierbarer I/O-Controller (PIO)

Die detaillierten technischen Daten des RP2040 sind in Kapitel 9 beschrieben. Neben den beiden Pico-Boards gibt es mittlerweile viele weitere Boards, die den RP2040-Microcontroller nutzen. Der RP2040 kann bei vielen Elektronik-Händlern als einzelnes Bauteil gekauft werden.

1.2 Die Leiterplatte

Der Raspberry Pi Pico ist das bisher kleinste Board der Raspberry-Pi-Familie und hat eine Größe von 50 x 20 mm. Der Pico wird als kleine Leiterplatte mit seitlichen Anschlüssen geliefert. In Abbildung 1.2 ist der Raspberry Pi Pico zu sehen.

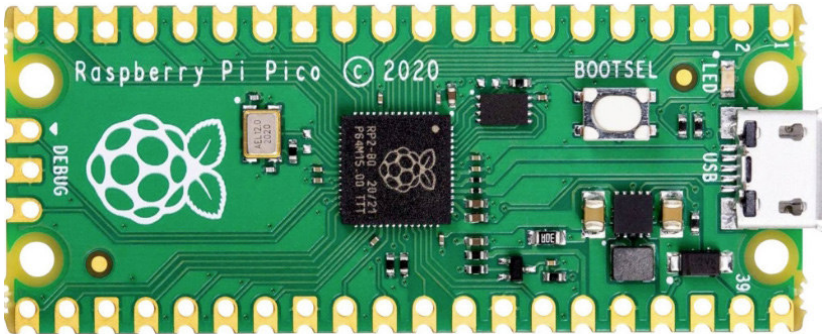


Abb. 1.2: Raspberry Pi Pico

Die wichtigsten Komponenten des Raspberry Pi Pico sind in Abbildung 1.3 farblich dargestellt.

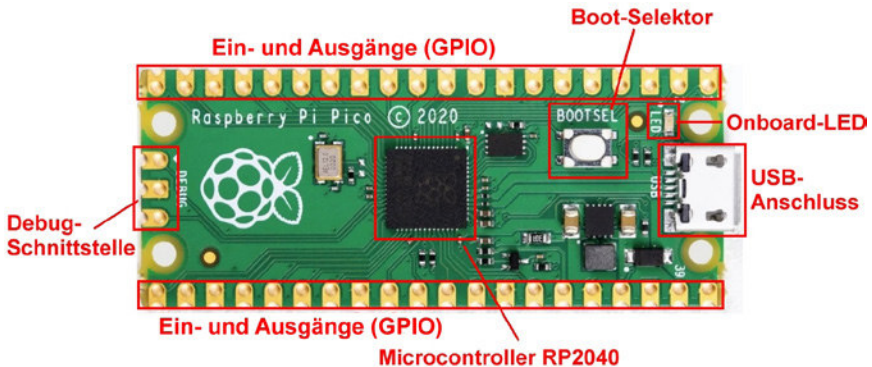


Abb. 1.3: Raspberry Pi Pico – Komponenten des Boards

Microcontroller

Die Zentraleinheit, also das Gehirn des Pico, ist der Microcontroller vom Typ RP2040. Dieser Microcontroller wurde von der Raspberry Pi Foundation eigens für dieses neue Board entwickelt. Die technischen Daten zum Board und dem Microcontroller sind in Kapitel 9 beschrieben.

Im Gegensatz zu den bisherigen Raspberry-Pi-Boards kann auf dem Pico kein Betriebssystem betrieben werden. Auf den Microcontroller wird eine Firmware geladen, die anschließend einzelne Programme ausführt. In diesem Buch wird der Einsatz von MicroPython beschrieben.

Ein- und Ausgänge

Über die goldenen Anschlusspads oder Lötflächen auf den Längsseiten können die externen Bauteile angeschlossen werden. Dabei kann ein einzelner Anschlussdraht oder eine Stiftleiste angelötet werden.

In der Praxis lohnt sich das Anlöten einer 20-poligen Stiftleiste. Dabei werden die Anschluss-Pins von der Unterseite des Pico aufgesteckt und an der Oberseite der Leiterplatte angelötet. In Abbildung 1.4 sind die Stiftleisten angelötet. Anschließend wurde der Pico auf ein Steckbrett aufgesteckt.

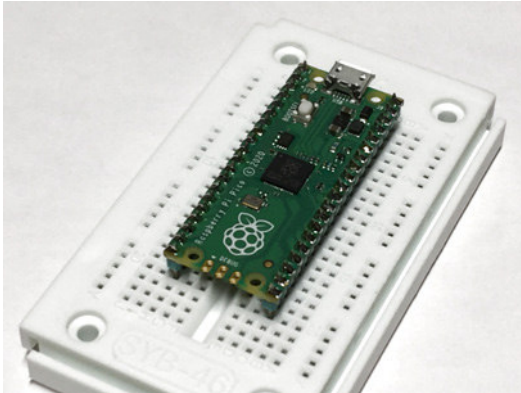


Abb. 1.4: Raspberry Pi Pico mit Stiftleisten auf Steckbrett

Das Anlöten von Stiftleisten für den Einsatz auf einem Steckbrett kennen Sie vielleicht schon von anderen Microcontroller-Boards wie dem Arduino Nano.

Die Anschlussbelegung des Pico ist in Abschnitt 1.4 beschrieben.