PIO-Programmierung mit dem Raspberry Pi Pico

Praxisnahe Projekte, Profi-Tricks und eigene Anwendungen

Hans-Joachim Seeger

elektor
MEDIA & LEARNING

1. Auflage 2026

978-3-89576-736-4 Print
978-3-89576-737-1 eBook
978-3-89576-738-8 ePub

Satz und Aufmachung: D-Vision, Julian van den Berg | Oss (NL)
Druck: Ipskamp Printing, Enschede (NL)

Elektor Verlag GmbH, Aachen
www.elektor.de

Inhaltsverzeichnis

Warnhinweise

- Die Schaltungen und Boards dürfen ausschließlich mit geprüften, doppelt isolierten Sicherheitsnetzgeräten betrieben werden. Isolationsfehler bei einfachen oder ungeeigneten Netzteilen können zu gefährlichen Berührungsspannungen an Bauteilen oder Leitungen führen.

- Alle Komponenten dürfen nur innerhalb ihrer vorgesehenen Spannungs- und Strombereiche betrieben werden. Falsche Spannungspegel – insbesondere über 3,3 V am Raspberry Pi Pico – können sofortige und dauerhafte Schäden verursachen.

- Der Raspberry Pi Pico sowie angeschlossene Module erzeugen empfindliche CMOS-Signale. Elektrostatische Entladungen (ESD) können Bauteile zerstören. Verwendung einer antistatischen Unterlage und vorsichtiges Arbeiten werden empfohlen.

- Leistungsstarke LEDs, insbesondere Hochleistungs- oder RGB-LEDs, können Blendungen und dauerhafte Augenschäden verursachen. Niemals direkt in helle Lichtquellen schauen.

- Beim Umgang mit LED-Streifen, NeoPixel/WS2812 und Displays kann eine hohe Stromaufnahme entstehen. Die Stromversorgung muss ausreichend dimensioniert sein, um Überlastungen und Überhitzung zu vermeiden.

- Beim Aufbau auf dem Breadboard ist auf sichere und feste Kontaktierung zu achten. Lose oder wackelige Verbindungen können Kurzschlüsse, Fehlfunktionen oder Beschädigungen des Mikrocontrollers verursachen.

- Taster und mechanische Schalter erzeugen Prellen. Unsachgemäße Entprellung kann zu Fehlauslösungen führen, besonders bei programmgesteuerten Menüs oder PIO-Abfragen.

- Bei der Arbeit mit PIO-Programmen können sehr hohe Frequenzen erzeugt werden. Fehlkonfigurationen können zu instabilen Zuständen oder unerwünschtem Verhalten der Peripherie führen.

- Der Autor übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, die durch unsachgemäße Nutzung, Fehlverdrahtung, falsche Spannungen oder fehlerhafte Programme entstehen.

- Alle Programme und PIO-Beispiele sind zu Lehr- und Experimentierzwecken gedacht und dürfen nur unter Aufsicht oder mit ausreichendem technischem Verständnis verwendet werden.

- Vor Änderungen an der Verdrahtung oder Bauteilen muss das gesamte System vom Strom getrennt werden, um Kurzschlüsse oder Verletzungen zu vermeiden.

Programmdownload

Die vollständigen Programme aller im Buch verwendeten Projekte können kostenlos von der Elektor-Store Webseite

www.elektor.de

heruntergeladen werden. Sofern ein Programm nicht identisch mit dem im Buch beschriebenen ist, sollte die Version aus dem Download verwendet werden, da es sich dabei um die aktuelle Version handelt.

Einführung

Willkommen zu deinem Einstieg in die faszinierende Welt der **PIO-Programmierung** auf dem **Raspberry Pi Pico**!

Dieses Buch richtet sich an alle **Maker, Tüftler und Technikbegeisterten**, die verstehen möchten, was in einem Mikrocontroller wirklich passiert – und die Spaß daran haben, Dinge selbst auszu-probieren. Ganz gleich, ob du schon Erfahrung mit Mikrocontrollern hast oder zum ersten Mal mit dem Pico arbeitest: Hier lernst du Schritt für Schritt, wie du mit **PIO (Programmable I/O)** eigene, flexible und extrem schnelle Hardwarefunktionen programmierst.

PIO ist eines der mächtigsten, aber auch am wenigsten genutzten Werkzeuge des Raspberry Pi Pico. Mit PIO kannst du Aufgaben übernehmen, die sonst nur teure Peripheriebausteine oder kom-plexe Timer lösen – und das mit wenigen Zeilen Code. Du kannst Signale erzeugen, Protokolle nachbilden, LEDs ansteuern oder sogar ganze Schnittstellen selbst entwickeln.

Ich habe dieses Buch geschrieben, weil viele Maker beim ersten Kontakt mit PIO zurückschrecken: "Assembler? State Machines? Das klingt kompliziert!" Aber keine Sorge – wir nehmen dich an die Hand. Jedes Kapitel erklärt ein Konzept **verständlich**, zeigt dir **den Code**, und führt dich **praktisch** zu deinem eigenen funktionierenden Projekt.

Was dich erwartet
Das Buch ist in vier Teile gegliedert:

1. **Grundlagen** – Du lernst, wie PIO funktioniert, wie man es programmiert und mit MicroPython ansteuert.
2. **Erste Schritte** – Wir beginnen mit einfachen Projekten: LED blinken, Pins steuern, Timing verstehen.
3. **Praktische Projekte** – Du baust reale Anwendungen: UART, SPI, WS2812-LEDs, PWM und Audio.
4. **Fortgeschrittene Themen** – Du lernst, mehrere State Machines zu kombinieren, Interrupts zu nutzen und dein System zu optimieren.

Jedes Kapitel folgt demselben Aufbau:

- Einführung & Theorie
- Schritt-für-Schritt Anleitung mit Code
- Analyse & Verständnis
- Experimente und Erweiterungen

So bleibst du nie bei reiner Theorie stehen, sondern siehst sofort, wie sich dein Wissen in funktionierende Schaltungen umsetzen lässt.

Was du brauchst
Für die meisten Projekte genügt ein **Raspberry Pi Pico**, ein **Breadboard**, einige **LEDs, Widerstände, Taster** und **Kabel**.

Du kannst die Beispiele wahlweise in **MicroPython** oder **C/C++** umsetzen – wir konzentrieren uns im Buch auf MicroPython, weil es besonders einsteigerfreundlich ist und du sofort Ergebnisse siehst.

Wie du am besten lernst
Am meisten lernst du, wenn du mitmachst.

Tippe die Programme selbst ab, ändere Werte, beobachte das Verhalten und experimentiere. Wenn etwas nicht funktioniert: perfekt! Fehler sind in der Elektronik der beste Lehrer.

In späteren Kapiteln wirst du merken, dass du PIO fast "intuitiv" beherrschst – du wirst deine eigenen Ideen umsetzen können, ganz ohne vorgefertigte Bibliotheken.

Danksagung
Ein Dank geht an die Raspberry Pi Foundation für den offenen und genial konzipierten RP2040, an das **MicroPython-Team**, das uns diese großartige Plattform ermöglicht, und an alle Maker in der Community, die ihre Projekte und Ideen teilen.
Und ein besonderer Dank geht an dich, lieber Leser – dass du dich entschieden hast, nicht nur zu benutzen, sondern zu verstehen.

Viel Spaß beim Lernen, Experimentieren und Tüfteln – und willkommen in der Welt der PIO-Programmierung!

Hans-Joachim Seeger