

Vorwort

Der Raspberry Pi ist ein Minicomputer in der Größe eines Smartphones. (Einige Modelle sind sogar noch kleiner.) Beinahe ebenso klein sind die Preise, die je nach Modell bei rund 50 € beginnen.

Seinen großen Erfolg verdankt der Raspberry Pi einer winzigen Steckerleiste für allgemeine Ein- und Ausgabezwecke. In der Fachsprache heißt sie *General Purpose Input/Output* (GPIO). Elektronikbastler können an diese Steckerleiste Messinstrumente und andere Geräte anschließen bzw. darüber steuern.

Dadurch ermöglicht der Raspberry Pi eine riesige Palette von Anwendungen: von der selbst gebauten Feinstaub-Messstation über die Steuerungsanlage für die Solaranlage, von »intelligenten« Spielzeug-Robotern bis hin zur Heimautomation. Der Raspberry Pi ist in Museen präsent, wo er technische Exponate kindertauglich macht, und er wird an Schulen und Universitäten eingesetzt, um Studierende kostengünstig in die Welt des Embedded Computings einzuführen.

Geschichte

Der Raspberry Pi wurde von der britischen *Raspberry Pi Foundation* aus den Komponenten von Android-Smartphones entwickelt. Die Zielsetzung bestand darin, wieder mehr Jugendliche und Erwachsene für das Programmieren von Computern zu begeistern. Der Raspberry Pi sollte preisgünstig sein, einfach zu programmieren und universell einzusetzen.

Der Erfolg des seit 2012 ausgelieferten Raspberry Pi übertraf alle Erwartungen. Das Gerät wurde *der* Computer der sogenannten »Maker-Szene«: Eine immer größer werdende Gruppe von Elektronik- und Computer-Fans verwendet den Raspberry Pi in einer neuen Do-it-yourself-Kultur zur Realisierung vielfältigster Steuerungsaufgaben. Bisher verkaufte die Raspberry Pi Foundation deutlich über 60 Millionen ihres Meisterstücks.

Ein entscheidender Faktor für den Erfolg des Raspberry Pi ist die enge Verzahnung des Geräts mit der Open-Source-Welt: Auf dem Raspberry Pi läuft üblicherweise Linux, also das freie Betriebssystem, das auf allen Android-Smartphones sowie auf unzähligen Internetservern zum Einsatz kommt. Die bevorzugte Programmiersprache ist Python – ebenfalls ein Open-Source-Programm, das frei von Lizenzgebühren verwendet werden kann.

So viel Freiheit lädt offensichtlich zum Teilen ein: Es gibt unzählige Websites, auf denen Raspberry-Pi-Fans ihre Ideen präsentieren, Bauanleitungen zusammenstellen oder Zusatzprogramme anbieten. Auch wenn der Raspberry Pi nicht der einzige Minicomputer seiner Art ist – kein anderes Gerät hat eine derart große Community gefunden, zu keinem anderen Gerät finden Sie so unkompliziert Hilfe, und kein anderes Gerät können Sie mit so vielen Komponenten und Boards erweitern.

Der Raspberry Pi 5

Im Zuge der Covid-Pandemie rutschte allerdings auch der Raspberry Pi in die Krise. Fast zwei Jahre lang war das Gerät schwer oder nur zu überhöhten Preisen erhältlich. Das hat sich mit der Auslieferung des neuen Raspberry Pi 5, der im Mittelpunkt dieses Buchs steht, zum Glück wieder geändert. In gewisser Weise ist das neue Modell ein Befreiungsschlag für die britische Raspberry Pi Foundation, die gerade an die Börse strebt.

Der Raspberry Pi 5 zeichnet sich durch massiv verbesserte technische Daten aus. Der Minicomputer läuft fast 2,5-mal schneller als das Vorgängermodell, kann zwei hochauflösende Kameras gleichzeitig betreiben und hat (endlich!) einen PCIe-Anschluss. Außerdem ist das Modell gut lieferbar. Leider gibt es auch Schattenseiten:

- ▶ Der Preis ist mit ca. 65 € für das Modell mit 4 GByte RAM deutlich höher als in der Vergangenheit. Gerade für den Basteleinsatz ist das unerfreulich.
- ▶ Das Gerät verbraucht spürbar mehr Strom und benötigt ein neues, stärkeres Netzteil. Je nach Anwendung ist ein Kühlkörper und/oder ein Lüfter notwendig.
- ▶ Die Kompatibilität mit den Vorgängermodellen ist nicht so groß, wie dies oft dargestellt wird. Viele in den vergangenen Jahren beliebte Bibliotheken funktionieren nicht mehr. Sie wurden durch neue Bibliotheken ersetzt, die aber – zum Zeitpunkt unserer Tests – nicht alle ganz ausgereift waren. Auch wenn es optisch nicht auffällt, hat sich in der neuen Version des Betriebssystems (Raspberry Pi OS Bookworm) eine Menge geändert. Kurz und gut: Wenn Sie vorhandene Projekte auf den Raspberry Pi portieren wollen, müssen Sie mit Schwierigkeiten rechnen. Die hatten wir auch während der Arbeit an dieser Neuauflage. In dieser Zeit erhielten wir auch einige frustrierte Leserzuschriften, die sich über Inkompatibilitäten beim neuen Modell beklagten.

Über unser Buch

Unsere Zielsetzung beim Verfassen dieses Buchs war es, Ihnen den Raspberry Pi in seiner ganzen Breite zu präsentieren – von den Linux-Grundlagen über die Programmierung bis zu vielfältigen Versuchsaufbauten mit elektronischen Bauteilen. Dabei war es uns wichtig, Ihnen ein solides Fundament für eigene Experimente zu bieten.

Selbst in einem 1.000-Seiten-Buch ist es jedoch unmöglich, jedes denkbare elektronische Bauteil, alle Funktionen unterschiedlicher Programmiersprachen bzw. jede der vielen Linux-Anwendungsmöglichkeiten zu präsentieren. Wir haben versucht, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen und Ihnen unser Know-how so zu vermitteln, dass Sie den Raspberry Pi wirklich verstehen lernen. Nach der Lektüre dieses Buchs können Sie mehr, als im Blindflug eine Anleitung nachzubauen: Sie können dann eigene Projekte realisieren und Ihr Wissen auf neue Bauteile, Programmier- und Administrationstechniken anwenden.

Das Einzige, was wir von Ihnen als Leser oder Leserin erwarten, ist der Wille, sich auf neue Ideen einzulassen. Davon abgesehen, benötigen Sie kein Grundwissen: Weder müssen Sie ein Linux-Guru sein, um dieses Buch zu verstehen, noch müssen Sie programmieren können oder Elektronikbastler sein. Dieses Buch enthält neben vielen Raspberry-Pi-spezifischen Kapiteln auch einen Crashkurs in Sachen Elektronik.

Installation und Linux-Grundlagen

Inhaltlich beginnen wir wenig überraschend mit dem Kauf und der Inbetriebnahme des Raspberry Pi. In den folgenden Kapiteln lernen Sie Schritt für Schritt, wie Sie die Kontrolle über das Linux-System auf dem Raspberry Pi übernehmen. Besonderen Wert legen wir darauf, Ihnen effiziente Arbeitstechniken beizubringen. So erklären wir zum Beispiel, wie Sie Ihren Raspberry Pi via SSH, VNC oder RDP fernsteuern und wie Sie Ihren Raspberry Pi mit anderen Geräten im lokalen Netzwerk verbinden und aus dem Internet heraus erreichbar machen.

Elektronische Komponenten

So richtig Spaß macht das Arbeiten mit dem Raspberry Pi erst, wenn Sie das Gerät durch diverse Komponenten erweitern. Wir beginnen mit ganz simplen Projekten, z. B. mit dem Ein- und Ausschalten einer Leuchtdiode. Die folgenden Elektronik-kapitel zeigen Ihnen dann, wie Sie eine Fülle von Komponenten, Sensoren und Erweiterungsboards mit Ihrem Raspberry Pi einsetzen. Die folgende, unvollständige Liste soll als Appetitanreger dienen:

- ▶ LEDs, Transistoren, Optokoppler, Relais, Schritt- und Servomotoren
- ▶ Temperatur-, Bewegungs-, Schall-, Ultraschall-, Feuchtigkeits-, Fingerabdruck- und Feinstaubsensoren
- ▶ diverse Camera Boards und PiNoIR
- ▶ HATs, Bussysteme sowie SPI-, I²C-, UART-, I²S- und 1-Wire-Komponenten
- ▶ 16 × 2-Zeilen-Displays, Touchscreens sowie TFT-, OLED- und E-Paper-Displays
- ▶ StromPi, Pimoroni Zero LiPo, PWM/Servo-HAT, HiFiBerry, Sense HAT, PCIe HAT

Programmierung

Es reicht nicht aus, elektronische Erweiterungen an den Raspberry Pi anschließen zu können – Sie müssen auch Code verfassen, um die Komponenten zu steuern. In der Raspberry-Pi-Welt kommt dazu fast immer Python zum Einsatz. Dieses Buch enthält deswegen einen über drei Kapitel reichenden Python-Programmierkurs, der auch Einsteigern Freude am Programmieren vermittelt.

Python ist zwar populär, aber natürlich nicht die einzige Programmiersprache für den Raspberry Pi. In mehreren Kapiteln zeigen wir Ihnen, wie Sie den Raspberry Pi durch bash-Skripts, C-Programme bzw. mit PHP-Seiten steuern. Und für alle, die einen Blick in eine vollkommen neue Programmiersprache werfen möchten, haben wir ein Kapitel über Mathematica und die Wolfram Language beigefügt.

Raspberry Pi Pico

2020 stellte die Raspberry Pi Foundation Ihren kleinsten und günstigsten Spross vor: Der Raspberry Pi Pico ist ein Microcontroller-Board, das weniger als 5 € kostet! Wie die »gewöhnlichen« Raspberry Pis ermöglicht das Gerät Bastelprojekte – aber ohne den Overhead einer ganzen Linux-Distribution. Die Programmierung erfolgt mit MicroPython.

Konkrete Anwendungen und Projekte

Bereits die Grundlagenkapitel zeigen unzählige Anwendungsmöglichkeiten des Raspberry Pi. Daneben stellen wir Ihnen kapitelweise eine Menge konkreter Projekte vor. Zu den Highlights zählen:

- ▶ Zeit- und Geschwindigkeitsmessung, z. B. für den Physikunterricht
- ▶ Multimedia-Anwendung (LibreELEC, Volumio, DLNA)
- ▶ ein selbststeuerndes Spielzeugauto
- ▶ Raum und Zeit erfassen mit einem GPS-Modul
- ▶ Smart Home mit Netzwerksteckdosen, Smartlight-Systemen und *Home Assistant*
- ▶ der Raspberry Pi im Vogelhaus
- ▶ WLAN-Router und Werbeblocker
- ▶ Stromzähler (Smart Meter) auslesen
- ▶ der Raspberry Pi als RFID-Reader und Türöffner
- ▶ NAS-System mit openmediavault
- ▶ Servocam (Fernsteuerung einer Webcam mit Servomotoren)
- ▶ Garten- und Balkonbewässerungssystem
- ▶ Wassermelder, Geräusch- und Ultraschall-Sensoren
- ▶ Raspberry Pi Pico: Webserver, Feinstaubmessung und CO₂-Ampel

Neu in der 8. Auflage

Für die Neuauflage haben wir das Buch im Hinblick auf die neuen Modelle Raspberry Pi 5, Raspberry Pi Zero 2 und Raspberry Pi Pico W aktualisiert und erweitert. Viele weitere Änderungen haben sich durch neue Funktionen im Betriebssystem Raspberry Pi OS ergeben (Wayland, NetworkManager etc.).

Ein bisschen steht das ganze Buch unter dem Motto »GPIO reloaded« – sprich, der Dokumentation von geänderten oder neuen Bibliotheken zur GPIO-Programmierung. Und weil wir traurig waren, dass die beliebte GPIO-Remote-Steuerung nicht mehr funktioniert (`pigpiod`), haben wir für diesen Zweck gleich ein neues Python-Modul `remoteio` entwickelt, dokumentiert und auf GitHub öffentlich zugänglich gemacht.

Natürlich finden Sie im Buch auch diverse neue Anwendungen, Erweiterungen und Projekte. Dazu zählen die Verwendung eines PCIe-HATs zum Anschluss einer superschnellen SSD, das Booten von Raspberry Pis direkt im lokalen Netzwerk (PXE-Boot) oder der Einsatz des Raspberry Pi als *Home Assistant*. Mit der Router-Software *RaspAP* machen Sie aus Ihrem Raspberry Pi einen WLAN-Router, der (fast) alle Werbeseiten blockiert. Genial!

Viel Spaß mit dem Raspberry Pi!

IT-begeisterte Köpfe haben schon immer Spaß am Programmieren und am Experimentieren gefunden. Aber wenige Neuerungen der letzten Jahre haben eine derartige Welle der Begeisterung ausgelöst wie der Raspberry Pi. Immer wieder tauchen neue Anwendungen auf, an die niemand dachte, als der Raspberry Pi konzipiert wurde.

Lassen Sie sich von dieser Begeisterung anstecken. Verwenden Sie den Raspberry Pi, um in die Welt der Elektronik, in die Programmierung und in die Konzepte von Linux einzutauchen! Dabei wünschen wir Ihnen viel Spaß!

Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck

PS: Zu diesem Buch gibt es auch ein Blog, in dem wir über neue Raspberry-Pi-Ideen und -Entwicklungen berichten: <https://pi-buch.info>

Geleitwort von Eben Upton

When we first came up with the concept for Raspberry Pi, at the University of Cambridge's Computer Laboratory in 2006, we could hardly have imagined the scale that the project would reach, or the impact that it would have.

Our initial goal had been to reverse the steep decline in the number of applicants to the Computer Science course at the University that we had seen over the first years of the decade. By getting a few thousand units into the hands of the right young people, we had hoped to stimulate interest in the subject, and to give potential applicants a platform on which to develop their skills.

The announcement of the Raspberry Pi initiative in May 2011 triggered a wave of enthusiasm, not just in education, but also among established adult hobbyists and professional engineers. When, after nine months of hard work, we finally put units on sale at the start of 2012, we took 100,000 orders on the first day, most of them from those two communities.

Hobbyists in particular have always been a key part of the Raspberry Pi story, powering our growth from one million units in our first year, to over seven million units in 2023, for a lifetime total of over sixty million units. It took us time to understand that today's hobbyist is tomorrow's professional engineer, or tomorrow's volunteer at an after-school club.

We're proud of the dedication and creativity that members of the Raspberry Pi community have shown over the last decade. We're proud of the businesses, like Pimoroni in the UK, or pi3g in Germany, that have grown up around our platform, offering cases, accessories, and support to our shared customers.

And most of all, we're proud of the contribution that we, working alongside countless other groups, have been able to make to educating young people about the power of computing and electronics. We now have nearly three times as many applicants to study Computer Science at Cambridge as we had at the height of the dot.com boom in 2000, and we're seeing similar increases around the world.

It's easy for us to focus on providing great hardware, but just as important is great documentation: your Raspberry Pi can't change your life if you don't know how to use it. So, I'm excited to see this latest edition of »Raspberry Pi – Das umfassende Handbuch«, the premier German-language guide to all things Raspberry Pi, including our new flagship product, Raspberry Pi 5.

I hope it inspires you to do something new with your Raspberry Pi, and perhaps to help a young person you know to take their first steps in computing.

Eben Upton