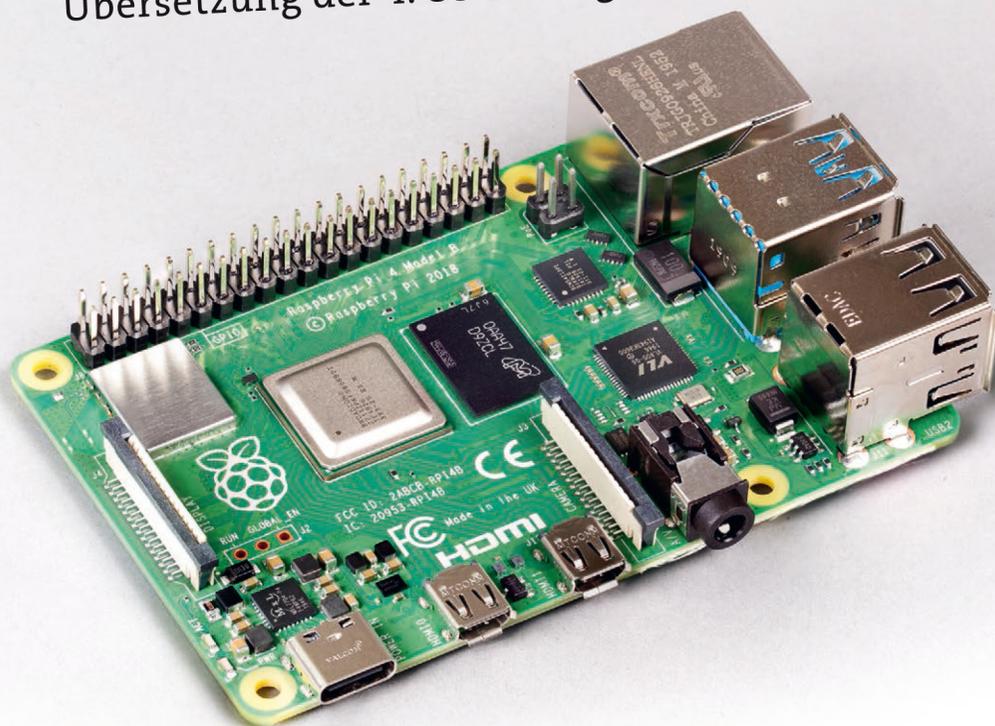


Richardson · Wallace · Donat

# RASPBERRY PI DEIN EINSTIEG

Der vielseitige Linux-Computer für  
Smarthome, Entertainment, Experimente

Übersetzung der 4. US-Auflage



**Make:**



dpunkt.verlag

## Über die Autoren

**Matt Richardson** ist Executive Director für die Raspberry Pi Foundation und verantwortlich für den Non-Profit-Bereich in Nordamerika. Er ist Absolvent des Interactive Telecommunications Program der New York University. Zu den Highlights seiner Arbeit gehört die Descriptive Camera (eine Kamera, die eine Textbeschreibung einer Szene statt eines Fotos ausgibt) und The Enough Already (einer Arduino-Bastelei, um zu häufig vorkommende Promis im Fernsehen stummzuschalten). Matts Arbeiten fanden sich schon im Nevada Museum of Art, auf dem Internationalen Fotografie-Festival in Rom und auf der Mailänder Designwoche. Sie wurden auch von *The New York Times*, *Wired* und *New York Magazine* erwähnt.

**Shawn Wallace** lebt in Providence (Rhode Island) und erschafft kreative Coding-Werkzeuge für junge Leute in den Unruly Studios. Er ist Erfinder von Fluxly, Cryptozoologic und dem Fluxamasynth. Zuvor half er dabei, das FabLab in Providence zum Leben zu erwecken, war Autor und Lektor bei O'Reilly und Maker Media und er entwarf Elektronik-Devices für Modern Device.

**Wolfram Donat** ist Entwickler, Maker und Autor, der mit dem Raspberry Pi Dinge baut, seit er sein erstes Model 1A+ bekommen hat (und das ist ganz schön lange her). Aktuell ist er Architekt bei Arc Machines, Inc., wo er den Pi (und andere Geräte) dazu einsetzt, intelligente Schweißmaschinen zu bauen und anzusteuern. Dies hier ist sein vierter Ausflug in die Welt der Bücher über den Raspberry Pi und seinen Einsatz.

### Copyright und Urheberrechte:

Die durch die dpunkt.verlag GmbH vertriebenen digitalen Inhalte sind urheberrechtlich geschützt. Der Nutzer verpflichtet sich, die Urheberrechte anzuerkennen und einzuhalten. Es werden keine Urheber-, Nutzungs- und sonstigen Schutzrechte an den Inhalten auf den Nutzer übertragen. Der Nutzer ist nur berechtigt, den abgerufenen Inhalt zu eigenen Zwecken zu nutzen. Er ist nicht berechtigt, den Inhalt im Internet, in Intranets, in Extranets oder sonst wie Dritten zur Verwertung zur Verfügung zu stellen. Eine öffentliche Wiedergabe oder sonstige Weiterveröffentlichung und eine gewerbliche Vervielfältigung der Inhalte wird ausdrücklich ausgeschlossen. Der Nutzer darf Urheberrechtsvermerke, Markenzeichen und andere Rechtsvorbehalte im abgerufenen Inhalt nicht entfernen.

**Matt Richardson · Shawn Wallace · Wolfram Donat**

# **Raspberry Pi – dein Einstieg**

**Der vielseitige Linux-Computer für Smarthome,  
Entertainment, Experimente**

**Übersetzung der 4. US-Auflage**



**dpunkt.verlag**

Matt Richardson • Shawn Wallace • Wolfram Donat

Lektorat: Gabriel Neumann

Lektoratsassistentz: Anja Weimer

Übersetzung: Thomas Demmig

Copy-Editing: Annette Schwarz, Ditzingen

Satz: Ulrich Borstelmann, [www.borstelmann.de](http://www.borstelmann.de)

Herstellung: Stefanie Weidner

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, [www.exclam.de](http://www.exclam.de)

Druck und Bindung: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-86490-914-6

PDF 978-3-96910-796-6

ePub 978-3-96910-797-3

mobi 978-3-96910-798-0

1. Auflage 2023

Translation Copyright für die deutschsprachige Ausgabe © 2023 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Authorized German translation of the English edition of Getting Started with Raspberry Pi, 4th edition, ISBN 9781680456998 © 2021 Matt Richardson, Shawn Wallace, and Wolfram Donat, published by Make Community LLC. This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

*Hinweis:*

Dieses Buch wurde auf PEFC-zertifiziertem Papier aus nachhaltiger Waldwirtschaft gedruckt. Der Umwelt zuliebe verzichten wir zusätzlich auf die Einschweißfolie.



*Schreiben Sie uns:*

Falls Sie Anregungen, Wünsche und Kommentare haben, lassen Sie es uns wissen:

[hallo@dpunkt.de](mailto:hallo@dpunkt.de).

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag noch Übersetzer können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
Die Raspberry Pi Foundation . . . . .	2
Was können Sie mit ihm tun? . . . . .	3
Ein universell einsetzbarer Computer . . . . .	3
Programmieren lernen . . . . .	4
Projektplattform . . . . .	4
Produkt-Prototyping . . . . .	4
Raspberry Pi für Maker . . . . .	5
Linux und Raspberry Pi . . . . .	7
Was andere mit dem Raspberry Pi gemacht haben . . . . .	7
In diesem Buch genutzte Konventionen . . . . .	8
Danksagung . . . . .	8
Materialliste . . . . .	9
<b>1 Fahrt aufnehmen</b>	<b>11</b>
Die Boards im Überblick . . . . .	12
Das passende Zubehör . . . . .	18
Das Gehäuse . . . . .	23
Wählen Sie eine Distribution aus . . . . .	24
Die SD-Karte flashen . . . . .	25
Für fortgeschrittene Nutzer: Erstellen Sie Ihr eigenes Disk Image . . . . .	26

Booten . . . . .	27
Konfigurieren Sie Ihren Pi . . . . .	27
Online gehen . . . . .	31
Herunterfahren . . . . .	32
Den Pi »headless« betreiben. . . . .	32
Fehlerbehebung . . . . .	34
Welches Board besitzen Sie? . . . . .	35
Weitere Informationen . . . . .	35
<b>2 Linux auf dem Raspberry Pi</b>	<b>37</b>
Arbeiten an der Befehlszeile . . . . .	41
Dateien und das Dateisystem . . . . .	42
Weitere Linux-Befehle . . . . .	47
Prozesse . . . . .	50
Sudo und Berechtigungen. . . . .	52
Das Netzwerk . . . . .	54
/etc. . . . .	55
Datum und Uhrzeit setzen . . . . .	55
Neue Software installieren . . . . .	56
Sound in Linux . . . . .	57
Upgraden Ihrer Firmware. . . . .	58
Weitere Informationen . . . . .	58
<b>3 Andere Betriebssysteme und Linux-Distributionen</b>	<b>61</b>
Distributionen fürs Heimkino . . . . .	62
Distributionen für Musik . . . . .	64
Retrocomputing und Retrogaming. . . . .	65
Das Internet of Things . . . . .	65
Andere nützliche Distributionen. . . . .	66
Weitere Informationen . . . . .	67

<b>4</b>	<b>Python auf dem Pi</b>	<b>69</b>
	Hallo Python . . . . .	70
	Ein bisschen mehr Python . . . . .	73
	Objekte und Module . . . . .	75
	Noch mehr Module . . . . .	79
	Andere Programme von Python aus starten . . . . .	82
	Fehlerbehebung . . . . .	83
	Weitere Informationen . . . . .	84
<b>5</b>	<b>Arduino und der Pi</b>	<b>87</b>
	Den Arduino im Raspberry Pi OS installieren . . . . .	89
	Den seriellen Port herausfinden . . . . .	90
	Serielle Kommunikation . . . . .	91
	Verwenden von Firmata . . . . .	95
	Weitere Informationen . . . . .	97
<b>6</b>	<b>Die grundlegenden Ein- und Ausgänge</b>	<b>99</b>
	Eingangs- und Ausgangsanschlüsse nutzen . . . . .	101
	Digitale Ausgabe: eine LED zum Leuchten bringen . . . . .	103
	Digitaler Eingang: einen Taster auslesen . . . . .	108
	Projekt: Cron-Lampenzeitschaltuhr . . . . .	111
	Befehle skripten . . . . .	112
	Eine Lampe anschließen . . . . .	113
	Befehle zeitgesteuert über cron ausführen . . . . .	115
	Mehr zu Cron . . . . .	116
	Weitere Informationen . . . . .	117

<b>7 Ein- und Ausgänge mit Python programmieren</b>	<b>119</b>
Installation . . . . .	119
GPIO in Python testen . . . . .	120
Eine LED blinken lassen . . . . .	122
Einen Taster auslesen . . . . .	124
Projekt: ein einfaches Soundboard . . . . .	126
Weitere Informationen . . . . .	130
<b>8 Analoge Ein- und Ausgänge</b>	<b>131</b>
Ausgang: Konvertieren von digital in analog . . . . .	132
Testdurchlauf mit PWM . . . . .	133
Weitere Möglichkeiten mit PWM . . . . .	135
Eingang: Konvertieren von analog in digital . . . . .	135
Variable Widerstände . . . . .	142
Weitere Informationen . . . . .	146
<b>9 Einsatz von Kameras</b>	<b>147</b>
Anschließen und Testen des Kameramoduls . . . . .	150
Projekt: ein GIF erstellen . . . . .	152
Herstellen von Videoaufnahmen . . . . .	153
USB-Webcams testen . . . . .	154
Installation und Test von OpenCV . . . . .	155
Zusätzlicher Schritt beim Kameramodul für den Raspberry Pi . . . . .	157
Ein Bild anzeigen . . . . .	157
Ein Bild verändern . . . . .	159
Zugriff auf die Kamera . . . . .	162
Gesichtserkennung . . . . .	164
Projekt: Raspberry Pi Fotostudio . . . . .	167
Weitere Informationen . . . . .	171

<b>10 Python und das Internet</b>	<b>173</b>
Daten von einem Webserver laden . . . . .	173
Die Wettervorhersage abfragen . . . . .	175
Serving Pi (ein Webserver sein) . . . . .	183
Grundlagen zu Flask . . . . .	183
Das Web mit der realen Welt verbinden . . . . .	188
Projekt: WebLamp . . . . .	190
Weitere Informationen . . . . .	196
<b>Anhang A: Ein SD-Karten-Image schreiben</b>	<b>197</b>
Eine SD-Karte unter macOS schreiben . . . . .	197
Eine SD-Karte unter Linux schreiben . . . . .	201
Eine SD-Karte unter Windows schreiben . . . . .	203
<b>Anhang B: Der Raspberry Pi Pico</b>	<b>205</b>
Der Pico selbst . . . . .	205
MicroPython . . . . .	207
MicroPython auf dem Pico installieren . . . . .	209
Linux und Mac . . . . .	211
Microsoft Windows . . . . .	212
MicroPython auf dem Pico verwenden . . . . .	215
Eine LED auf dem Pico blinken lassen . . . . .	216
<b>Anhang C: Noch ein Raspberry Pi?!</b>	<b>217</b>
<b>Index</b>	<b>221</b>



*Zehn Jahre.*

*Es ist jetzt mehr als zehn Jahre her, dass der Raspberry Pi im Jahr 2011 angekündigt wurde. Und was für zehn Jahre das waren. Ein kreditkartengroßer Computer für 35 \$? Den ich an meinem vorhandenen Monitor und die Tastatur anschließen kann? Und über GPIO-Pins mit anderen Dingen verbinde? Das klang wie ein frommer Wunsch. Und darum sorgte der Raspberry Pi nach seiner ersten Auslieferung für solche Begeisterung.*

Monatelang war die Nachfrage größer als das Angebot und die Warteliste für diese Minicomputer sehr lang. Manche der neuesten (und nicht ganz so neuen) Produkte wie der Pi Zero W und der Pi 4 stehen immer noch nur begrenzt zur Verfügung – es ist schwierig, einen Anbieter zu finden, der mehr als zwei Pi Zeros an einen Kunden verkauft. Aber abgesehen vom Preis: Was ist am Raspberry Pi dran, dass er die Geduld der hardwarehungrigen Massen so sehr strapaziert? Bevor wir uns alles anschauen, was den Raspberry Pi so großartig macht, wollen wir erklären, für wen er gedacht ist.

Eben Upton und seine Kollegen an der University of Cambridge stellen fest, dass die Studenten, die heutzutage Informatik studieren wollen, nicht mehr die Fertigkeiten mitbringen, die in den 1990er Jahren noch verbreitet waren. Sie betrachten sich selbst schon als informatikaffin, wenn sie gerade mal MS Word und Excel nutzen können, vielleicht ein bisschen HTML und eventuell noch JavaScript schreiben.

Upton und seine Kollegen führten das – neben anderen Faktoren – auf den »Aufstieg des Home-PC und der Spielekonsolen zurück, welche die Amigas, BBC Micros, Spectrum ZX und Commodore-64-Maschinen ersetzten, auf denen eine frühere Generation Programmieren gelernt hatte«.<sup>1</sup>

Da der Computer für alle Mitglieder einer Familie wichtig wurde, hielt dies die Jüngeren davon ab, mit ihm herumzuexperimentieren und ein für alle so wichtiges Werkzeug eventuell lahmzulegen. Eltern wollten nicht, dass ihre Kinder den Familien-PC »hacken«, während sie Programmieren lernen, weil er dadurch eventuell kaputtgehen könnte.

Gleichzeitig wurden Prozessoren für Mobiltelefone und Tablets günstiger und leistungsfähiger, was den Weg für den Raspberry Pi als superbilligen, trotzdem aber nutzbaren Computer bahnte. Die ARM-Chip-Familie, die in allen Pi-Boards zum Einsatz kommt, hatte ihren Ursprung in Mobiltelefonen.

Linus Torvalds, Begründer von Linux, hat einmal in einem Interview mit BBC News gesagt, dass es der Raspberry Pi möglich macht, »sich Fehler zu leisten«. Schafft es ein Kind (oder ein Erwachsener), den Pi zu schrotten, kann einfach ein neuer gekauft werden – für viel weniger Geld, als für den Ersatz eines Laptops erforderlich wäre.<sup>2</sup>

## Die Raspberry Pi Foundation

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass der Raspberry Pi vor allem dazu dient, die karitative Mission der Raspberry Pi Foundation voranzubringen. Diese Mission besteht darin, »die Möglichkeiten des Computings und des digitalen Makings in die Hände der Menschen auf der ganzen Welt zu legen«. Die Raspberry Pi Foundation hofft, dass die Leute – vor allem Kinder – lernen, wie man programmiert, wie Computer funktionieren und wie man dafür sorgt, dass Dinge mit Computern zusammenarbeiten.

---

1 »About us«, Raspberry Pi Foundation (*www.raspberrypi.org/about*).

2 Leo Kelion, »Linus Torvalds: Linux Succeeded Thanks to Selfishness and Trust«, BBC News, 12. Juni 2012.

Mit jedem Raspberry Pi, den Sie kaufen, bezahlen Sie nicht nur die Kosten für Hardware, Umsetzung und die Ingenieursleistungen, die dahinterstehen, sondern Sie unterstützen auch die freien Online-Ressourcen, kostenlose Trainings für Lehrpersonal und spezielle Programme, die die Raspberry Pi Foundation anbietet, um ihre karitative Mission voranzubringen.

Wie Sie in diesem Buch lernen werden, ist der Raspberry Pi eine ausgezeichnete Unterstützung beim Lernen, aber er ist auch ein sehr leistungsfähiges Werkzeug. Und obwohl der eigentliche Zweck des Boards in der Bildung liegt, finden wir, dass er auch in kommerziellen und gewerblichen Anwendungen nützlich sein kann. Firmen verwenden ihn für Sensornetze, Remote Monitoring und für die Entwicklung von Produktprototypen. Auch wenn der Raspberry Pi für Kinder großartig ist, sollten Sie immer daran denken, dass es sich um einen echten Computer handelt. Es ist kein Spielzeug und auch kein extra in seiner Leistung beschränktes Gerät.

## **Was können Sie mit ihm tun?**

Eine der tollen Seiten des Raspberry Pi ist, dass es nicht nur einen Weg gibt, ihn einzusetzen. Ob Sie mit ihm nur Videos ansehen oder im Internet surfen wollen oder ob Sie mit ihm hacken, lernen und basteln wollen – der Raspberry Pi ist eine flexible Plattform, mit der man Spaß haben kann, die nützlich ist und die ein Experimentierumfeld bietet. Hier nur ein paar der Möglichkeiten, den Raspberry Pi einzusetzen:

### **Ein universell einsetzbarer Computer**

Denken Sie daran: Der Raspberry Pi ist ein Computer, den Sie tatsächlich auch als Computer benutzen können. Der Pi in Version 4.0 (aktuell das neueste Release) mit 8 GB RAM und zwei HDMI-Output-Anschlüssen, die 4K bei 60fps unterstützen, ist so leistungsfähig, dass er die meisten normal eingesetzten Desktop-Computer ersetzen könnte. Nachdem Sie ihn in Kapitel 1 zum Laufen gebracht haben, können Sie einen Webbrowser starten, um auf E-Mails, Nachrichten und soziale Netzwerke zuzugreifen – was heutzutage ein häufiger Einsatzzweck für Computer ist.

Aber abgesehen vom Webzugriff können Sie die freie LibreOffice-Suite nutzen ([www.libreoffice.org](http://www.libreoffice.org)), mit der sich Dokumente und Tabellenblätter auch ohne Internetverbindung bearbeiten lassen.

## Programmieren lernen

Da der Raspberry Pi als Lernwerkzeug gedacht ist, mit dem Kinder dafür begeistert werden sollen, mit Computern zu experimentieren, enthält er bereits Interpreter und Compiler für viele verschiedene Programmiersprachen. Wollen Sie direkt Code schreiben, können Sie mit der Programmiersprache Python einsteigen. Ihre Grundlagen erklären wir in Kapitel 4. Aber Sie sind nicht auf Python beschränkt: Sie können Programme für Ihren Raspberry Pi in Sprachen wie C, Ruby, Java oder Perl schreiben.

Alle neueren Versionen des Raspberry Pi OS bringen schon ein vorinstalliertes Scratch mit – eine Programmierumgebung, die dazu gedacht ist, jüngere Anwender mit den Konzepten des Programmierens vertraut zu machen. Es gibt sogar eine Programmiersprache und Entwicklungsumgebung namens Sonic Pi, mit der sich Musik machen lässt.

## Projektplattform

Der Raspberry Pi unterscheidet sich von einem normalen Computer nicht nur in seinem Preis und seiner Größe, sondern auch, weil er gut mit Elektronikprojekten zusammen nutzbar ist, beispielsweise bei einer Smart-home-Installation. Ab Kapitel 6 werden wir Ihnen zeigen, wie Sie den Raspberry Pi nutzen, um Komponenten zu steuern – von LEDs bis hin zum Schalten von größeren Geräten –, und Sie werden lernen, wie Sie den Status von Tastern und Schaltern auslesen können.

## Produkt-Prototyping

Bei immer mehr Elektronikprodukten kommen Linux-Computer zum Einsatz, und nun ist die Welt des eingebetteten oder *Embedded Linux* besser verfügbar als jemals zuvor. Wenn Sie mit Ihrem Raspberry Pi an einem tollen Produkt arbeiten, das für den täglichen Gebrauch gedacht ist, können Sie das *Raspberry Pi Compute Module* (eine kleinere Version des Boards, auf die wir später noch zurückkommen werden) benutzen, um ein Produkt mit einem Raspberry Pi als Kern zu entwickeln. Firmen

können auch die kleineren Pi-Versionen wie den Zero oder den Zero W für Produkte und Prototypen verwenden, bei denen ein »richtiger« Pi zu groß oder zu teuer wäre.

## Raspberry Pi für Maker

Als Maker können wir aus einer ganzen Reihe von Plattformen auswählen, wenn wir technologiebasierte Projekte bauen wollen. Entwicklerboards mit Mikrocontroller wie der Arduino (und der neue Raspberry Pi Pico RP2040) waren lange beliebt, da man sehr leicht mit ihnen arbeiten kann. Aber *System-on-a-Chip*-Plattformen wie der Raspberry Pi unterscheiden sich von den klassischen Mikrocontrollern in vielerlei Hinsicht. Es ist ein häufiges Missverständnis, dass der Pi und ein Mikrocontroller untereinander austauschbar wären – tatsächlich handelt es sich um völlig unterschiedliche Geräte, die völlig unterschiedliche Funktionen erfüllen. Der Raspberry Pi ist ein Computer – so wie Ihr Desktop-PC –, während es sich beim Arduino um einen Mikrocontroller handelt, dessen Aufgabe es nicht ist, einen Dell oder einen iMac zu ersetzen.

Wir wollen damit nicht sagen, dass ein Raspberry Pi *besser* ist als ein klassischer Mikrocontroller – er ist nur anders. Wollen Sie zum Beispiel ein einfaches Thermostat bauen, fahren Sie aus Gründen der Einfachheit vermutlich besser mit einem Arduino Uno oder einem ähnlichen Mikrocontroller. Aber wenn Sie per Web aus der Ferne auf das Thermostat zugreifen wollen, um seine Einstellungen zu ändern und die Log-Dateien mit den Temperaturdaten herunterzuladen, sollten Sie eher darüber nachdenken, einen Raspberry Pi einzusetzen.

Die richtige Wahl hängt sehr von den Anforderungen Ihres Projekts ab, und tatsächlich müssen Sie sich auch gar nicht für einen von beiden entscheiden. In Kapitel 5 zeigen wir Ihnen, wie Sie den Raspberry Pi benutzen können, um den Arduino zu programmieren, und wie beide miteinander kommunizieren. Viele Projekte – von Hobby-Makern ebenso wie von professionellen Ingenieuren – benötigen sowohl eine Steuerungs-CPU wie den Pi als auch einen Mikrocontroller wie den Arduino.

Mit Hilfe dieses Buches werden Sie ein besseres Verständnis für die Stärken des Raspberry Pi und seine Einsatzmöglichkeiten für Maker erhalten.

## **Das ist noch nicht alles!**

So viel, wie Sie mit dem Raspberry Pi anstellen können – das lässt sich gar nicht alles in einem Buch unterbringen. Hier zum Beispiel noch eine Liste mit weiteren Einsatzmöglichkeiten, die sich mit einem Pi recht leicht umsetzen lassen:

### *Media Center*

Da der Raspberry Pi HDMI-Ausgänge besitzt (und Composite Video in der 3,5-mm-AV-Buchse), lässt er sich einfach an nahezu jeden modernen Fernseher anschließen. Wie schon erwähnt besitzt er auch ausreichend CPU-Leistung, um Videos im Vollbild in 1080p oder sogar mit 4K-Auflösung abzuspielen. Es scheint sich also anzubieten, diese Fähigkeiten zu nutzen und den Pi zu einem Medienserver zu machen. Sie können darauf den Plex Media Service laufen lassen und Betriebssysteme für Media Player installieren, wie zum Beispiel ELEC (*libreELEC.tv*) oder OSMC (*osmc.tv*). Diese Systeme können sehr viele verschiedene Medienformate abspielen und sind so entworfen, dass sie sich auf einem großen Fernseher gut bedienen lassen.

### *»Bare Metal« Computer-Hacking*

Die meisten Leute, die Computerprogramme schreiben, schreiben Code, der innerhalb eines Betriebssystems läuft, wie zum Beispiel Windows, macOS oder Linux. Aber es ist auch möglich, Code zu schreiben, der ohne ein Betriebssystem direkt auf dem Prozessor läuft, ähnlich einem Mikroprozessor, oder in einer anderen Art von Betriebssystem – einem Realtime-Betriebssystem wie FreeRTOS. Das ist zwar nichts für Einsteiger, aber Sie können solche Programme auf dem Pi schreiben und ausführen oder sogar Ihr eigenes Betriebssystem schreiben! Die University of Cambridge hat einen kostenlosen Online-Kurs (<https://www.cl.cam.ac.uk/projects/raspberrypi/tutorials/os/>) veröffentlicht, in dem Sie Schritt für Schritt erfahren, wie Sie Ihr eigenes Betriebssystem erstellen. Der Kurs ist allerdings mittlerweile ein wenig veraltet und nicht mehr für neuere Versionen des Pi angepasst worden.

### *Retro Gaming*

Sind Sie ein Retro Gamer, der die gute alte Zeit mit Super Mario Bros., Joust, Galaga und anderen Spielen vermisst, können Sie den RetroPie ([retropie.org.uk](http://retropie.org.uk)) als Plattform zum Emulieren vieler der älteren Spieleumgebungen wie Nintendo oder Atari einsetzen. Sie können Aftermarket-Addons für den Pi (namens HATs) verwenden, um auch Joysticks anzuschließen.

## Linux und Raspberry Pi

Auf einem klassischen Computer läuft ein Betriebssystem, wie zum Beispiel Windows, macOS oder Linux. Es dient Ihnen zum Interagieren mit den Anwendungen und Programmen, die auf dem Computer laufen, und man kann sagen, dass es wie ein »Puffer« zwischen den Anwendern oder Programmierern und der Hardware agiert – Sie müssen zum Beispiel nicht alle Einzelheiten des TCP/IP-Protokolls oder des Ethernet-Chips kennen, um einen Webbrowser zu programmieren oder einzusetzen.

Der Pi ist da nicht anders. Auf ihm läuft eine Variante von Linux namens Raspberry Pi OS. Es ist eine auf Debian basierende Distribution, und wenn Sie schon einmal mit Debian oder Ubuntu gearbeitet haben, wird Ihnen das Betriebssystem des Pi sehr vertraut vorkommen. Es passt sehr gut zum Pi, weil es kostenlos ist, sich leicht bedienen lässt und man zudem damit hacken kann.

Sie sind aber nicht auf das Pi OS beschränkt. Es gibt auch andere Distributionen, die Sie auf den Pi laden können, wie zum Beispiel Ubuntu, aber auch manche Nicht-Linux-Systeme wie Windows 10 Core oder sogar Android. In Kapitel 3 stellen wir Ihnen die möglichen Optionen vor. In diesem Buch nutze ich mit Raspberry Pi OS den Standard von der Download-Seite der Pi Foundation ([www.raspberrypi.org/software](http://www.raspberrypi.org/software)), der eine gute Grundlage liefert. Und wenn Sie nicht mit Linux vertraut sind, lesen Sie sich Kapitel 2 durch, um eine kurze Einführung in dieses überraschend leicht nutzbare Betriebssystem zu erhalten.

## Was andere mit dem Raspberry Pi gemacht haben

Wenn Sie nun einen Pi haben und nicht wissen, was Sie damit machen sollen, sei Ihnen geholfen. Es gibt so viele Projekte, die Sie mit dem Pi umsetzen könnten, dass es verrückt wäre, nur ein paar davon vorzustellen. Ernsthaft, wenn Sie auch nur annähernd eine Idee haben, was Sie mit ihm anstellen könnten, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass das auch schon jemand anderes gemacht hat – sei es eine Wetterstation, ein Rover für fremde Planeten, ein Spielautomat oder sogar ein Supercomputer-Cluster. Aber lassen Sie sich nicht davon einschüchtern, dass Sie nicht der Erste sind. Freuen Sie sich darüber, dass es so eine große Community rund um

den Pi und seine Projekte gibt, die unterstützen kann. Egal, was Sie mit ihm machen wollen – Sie tragen zu einem unfassbar vielfältigen Ökosystem bei.

## In diesem Buch genutzte Konventionen

Die folgenden typografischen Konventionen werden in diesem Buch verwendet:

### *Kursiv*

Steht für neue Begriffe, URLs, E-Mail-Adressen, Dateinamen und Dateierweiterungen.

### Feste Breite

Programmlistings und Programmelemente im Fließtext, zum Beispiel Variablen oder Funktionsnamen, Datenbanken, Datentypen, Umgebungsvariablen, Anweisungen und Schlüsselwörter.

### **Feste Breite Fettdruck**

Befehle oder anderer Text, der genau so vom Anwender eingegeben werden sollte.

### *Feste Breite kursiv*

Text, der vom Anwender durch eigene Werte ersetzt werden sollte.



Dieses Element steht für einen Tipp oder einen Vorschlag.



Dieses Element steht für eine allgemeine Anmerkung.



Dieses Element steht für eine Warnung oder Vorsichtsmaßnahme.

## Danksagung

Ich möchte mich bei ein paar Leuten bedanken, die zu dieser Auflage von *Raspberry Pi – dein Einstieg* beigetragen haben:

Vor allem bedanke ich mich bei den Originalautoren – Matt Richardson und Shawn Wallace. Ihr Buch war (und ist immer noch) eine ausgezeichnete Einführung in diesen kleinen Computer, und ich fühle mich geehrt, meine Gedanken und Ideen beitragen zu können.

Und natürlich bedanke ich mich bei Patrick Di Justo und dem Rest des neuen Make:-Teams, die an mich dachten, als es daranging, das Buch erneut zu aktualisieren.

## Materialliste

Dies sind die wichtigsten Komponenten, die in diesem Buch zum Einsatz kamen:

- Raspberry Pi (offensichtlich)
- Raspberry Pi Pico
- MicroSD-Karte (mindestens 8 GB)
- Stromversorgung (3A oder möglichst mehr)
- HDMI-Kabel
- HDMI-Micro
- HDMI-Adapter
- Maus
- Tastatur
- Webcam und/oder Pi Camera Module
- USB-Hub mit Stromversorgung, entweder 2.0 oder 3.0
- Pi-Gehäuse
- Arduino (egal welcher)
- Steckplatinen
- eine Reihe von Drahtbrücken
- eine Auswahl an LEDs
- Taster
- Widerstände
- PowerSwitch Tail
- IIADS1115 oder ADS1015 ADC Board
- Potentiometer
- druckempfindlicher Widerstand
- Fotozelle (lichtempfindlicher Widerstand)



## 1 Fahrt aufnehmen

*Einige Begriffe tauchen immer wieder auf, wenn sich Leute über den Raspberry Pi unterhalten: klein, günstig, hackbar, für die Ausbildung geeignet. Eines ist er aber nicht: aus dem Stand lauffähig. Es ist nicht besonders schwierig, ihn in einen Fernseher einzustöpseln und etwas angezeigt zu bekommen. Aber der Pi ist kein Consumer-Gerät. Abhängig von Ihren Zielen werden Sie eine Reihe von Entscheidungen zur Peripherie und Software Ihres Raspberry Pi treffen müssen.*

Natürlich brauchen Sie als Allererstes den Raspberry Pi selbst. Wahrscheinlich haben Sie jetzt schon einen, aber wenn nicht, erhalten Sie ihn bei einer ganzen Reihe von Online-Händlern, selbst beim guten alten Amazon.

Der niedrige Preis des Raspberry Pi ist offensichtlich ein wichtiger Teil seiner Geschichte. Dass die Öffentlichkeit direkt zu einem Lieferanten gehen und eine kleine Anzahl an Computern zum gleichen Preis wie ein Wiederverkäufer bekommen kann, ist eine ungewöhnliche Vereinbarung. Viele potenzielle Wiederverkäufer waren von der ersten Ankündigung der Preisempfehlung verwirrt – wie sollten sie damit Profit machen? Darum werden Sie durchaus auf Händler treffen (insbesondere auf Amazon und eBay), die einen etwas höheren Preis für die Pi-Modelle ansetzen. Manche der Händler, wie zum Beispiel Adafruit oder Sparkfun, bieten einen ganzen Reigen von Zubehör für den Pi an, unter anderem HATs (Addon-Boards, mit denen sich der Pi um bestimmte Funktionen erweitern lässt), LCD- und Touchscreens und diverse Gehäuse. Auch wenn der Preis bei

diesen Händlern etwas höher ist, lohnt es sich (meiner Meinung nach), durch die Addons zu stöbern, die auf diesem Weg normalen Hobby-Markern zur Verfügung stehen.

Damit genug vom Thema Schnäppchenjagd – schauen wir uns das Board des Raspberry Pi genauer an.

## Die Boards im Überblick

Es gab bisher schon eine ganze Reihe verschiedener Versionen des Raspberry-Pi-Boards. Die erste Version war das Raspberry Pi 1 Model B, auf das das einfachere und preiswertere Model A folgte. 2014 kündigte die Raspberry Pi Foundation eine erhebliche Überarbeitung (und Verbesserung) des Designs des Pi-Boards an: das Model B+. Dieses Model B+ definiert für die absehbare Zukunft den Formfaktor für die »normalen« Pis. Die Raspberry Pi Foundation hat außerdem eine Version mit dem Namen Compute Module entwickelt, mit der der Pi in Produkte eingebunden werden kann. Im Jahr 2015 wurde zudem ein eingedampftes Modell namens Raspberry Pi Zero für fünf Dollar veröffentlicht, gefolgt von einer Version für drahtlose Kommunikation namens Raspberry Pi Zero W. Im Februar 2016 wurde das Raspberry Pi 3 Model B online gestellt, dann das Model 3B+. Aktuell ist das neueste Board der Raspberry Pi 4B, das noch mal deutlich mehr Möglichkeiten bietet. Es gibt drei verschiedene Modelle des 4B – abhängig davon, wie viel RAM Sie nutzen wollen: Das 2 GB-Modell kostete ursprünglich 35 \$ (der gleiche Preis wie der erste Pi), zur Zeit der Drucklegung ist er für etwa 60 Euro zu haben. Liefer-schwierigkeiten und hohe Nachfrage haben die Preise 2022 ansteigen lassen. Das Modell mit 4 GB kostet ab 70 Euro und das mit 8 GB (das neueste Modell) 95 Euro. Das mag für einen Pi ein wenig hoch erscheinen, aber wenn Sie bedenken, dass Sie damit im Prinzip einen normalen Desktop-PC ersetzen könnten, sind 95 Euro ein Schnäppchen.



Im Laufe der Jahre gab es eine Reihe von unterschiedlichen Versionen des normalen Raspberry Pi – also von dem einfachsten Modell mit vier USB-Anschlüssen, das bei den meisten Leuten zum Einsatz kommt. Jedes dieser Modelle besaß einen jeweils performanteren Prozessor. Mit dem Raspberry Pi 2 kam mehr RAM dazu, mit dem Raspberry Pi 3 Onboard-WLAN und Bluetooth, und der Pi 4 hat noch mal RAM draufgelegt und ermöglicht eine bessere Anzeige, zudem gibt es hier USB 3.0.

Wollen Sie die Beispiele in diesem Buch nachbauen, sind alle diese Standard-Pis ausreichend.



**Abb. 1–1** Raspberry Pi 2, 3 und 4 (Model B), von oben links nach unten

Lassen Sie uns kurz aufzählen, was Sie im Karton mit dem Raspberry Pi finden.

Man macht es sich zu einfach, wenn man den Raspberry Pi als ein Mikrocontroller-Entwicklungsboard wie den Arduino oder als Laptop-Ersatz ansieht. Tatsächlich handelt es sich eher um die Innereien eines mobilen Geräts mit vielen bastlerfreundlichen Anschlussmöglichkeiten