

MICHAEL WEIGEND

RASPBERRY PI

FÜR **KIDS**

5. AUFLAGE

PROGRAMMIEREN LERNEN
UND EXPERIMENTIEREN MIT
ELEKTRONIK, SCRATCH UND PYTHON



INHALT

EINLEITUNG	11
Wie liest man eine Anleitung?	12
Zum Aufbau dieses Buchs	12
Aufbau der Kapitel	13
Downloads auf der Webseite zum Buch	14

DER RASPBERRY PI	15
Von der Hauptplatine zum lauffähigen Computer	15
Das Betriebssystem installieren	20
Den Raspberry Pi das erste Mal starten und konfigurieren	24
Der Desktop	28
Den RPi mit dem Funknetz verbinden	30
Empfohlene Software installieren	30
Mathematica ausprobieren	32
Mit dem Datei-Manager arbeiten	34
Im LXTerminal Linux-Befehle eingeben	38
Den RPi ohne Tastatur und Maus nutzen – Virtual Network Computing (VNC)	42
Fragen	44
Aufgabe: Hintergrundbild	45
Antworten zu den Fragen	46
Lösung der Aufgabe	46

AUTORENNEN UND METEORE - WIE PROGRAMMIERT MAN MIT SCRATCH?	49
Scratch starten	50
Projekt 1: »Huuuh!« – Das erste Scratch-Projekt	51
Projekt 2: Formel 1	57
Projekt 3: Hilfe, Meteore!	65
Studios auf der Scratch-Webseite	78
Fragen	80
Aufgaben	80
Lösungen	83
Antworten zu den Fragen	85

1

2

3

STEUERN MIT SCHALTERN UND SCHALL	87
Was blinkt denn da? Mit dem Raspberry Pi Leuchtdioden steuern ...	87
Projekt 4: SOS – ein Blinkmuster programmieren	95
Schalter	97
Projekt 5: Zähler	99
Ein Mikrofon einrichten	100
Projekt 6: Magische Worte – Spracherkennung	105
Fragen	108
Aufgabe: Schallmesser	108
Antworten zu den Fragen	109
Lösung der Aufgabe	109

4

INTERAKTIVE SPIELE UND SIMULATOREN	111
Einfacher geht's nicht: Simple Electronics	111
Projekt 7: Pong	113
Projekt 8: Hilf der Ente!	117
Projekt 9: Mücken fangen	120
Projekt 10: Formel 1 mit selbst gebauter Konsole	125
Fragen	130
Aufgabe: Mondlandung	130
Antworten zu den Fragen	132
Lösung der Aufgabe	133

5

EINSTIEG IN PYTHON	135
Was ist Python?	135
Was ist eine Entwicklungsumgebung?	136
IDLE einrichten	136
Die IDLE-Shell	138
Das erste Python-Skript	143
Interaktive Programme	148
Das EVA-Prinzip	150
Projekt 11: Bremsweg	151
Namen und Zuweisungen	155
Fragen	158
Aufgaben	158
Antworten zu den Fragen	161
Lösung der Aufgaben	161

DER COMPUTER TRIFFT ENTSCHEIDUNGEN	165
Programmverzweigungen	165
Projekt 12: Welcher Kunststoff ist das?	168
Bedingungen	170
Bedingte Wiederholung – die while-Anweisung	172
Projekt 13: Zahlenraten	173
Lichtsignale	175
Projekt 14: Einfaches Blinklicht	179
Projekt 15: Partylicht	179
Fragen	182
Aufgaben	182
Antworten zu den Fragen	183
Lösung der Aufgaben	184

6

SCHALTER UND FUNKTIONEN	187
Schalter	187
Projekt 16: Zähler	189
Projekt 17: Ein Türgong – Klangdateien abspielen	192
Projekt 18: Alarmanlage	194
Schalter an Funktionen koppeln	197
Projekt 19: Wie groß ist die Fensterfläche des Hauses?	204
Projekt 20: Notruf	206
Fragen	207
Aufgaben	208
Antworten zu den Fragen	209
Lösung der Aufgaben	209

7

DATENSAMMLUNGEN VERARBEITEN	211
Kollektionen	211
Sequenzen verarbeiten	213
Projekt 21: Die Planeten	216
Projekt 22: Lichtorgel	220
Projekt 23: Lichtsteuerung mit MOSFETs	223
Projekt 24: Kartenziehen	229
Projekt 25: Vokabeln lernen	234
Projekt 26: Professionelle Lichtsteuerung	236
Fragen	238
Aufgaben	239
Antworten zu den Fragen	240
Lösung der Aufgaben	241

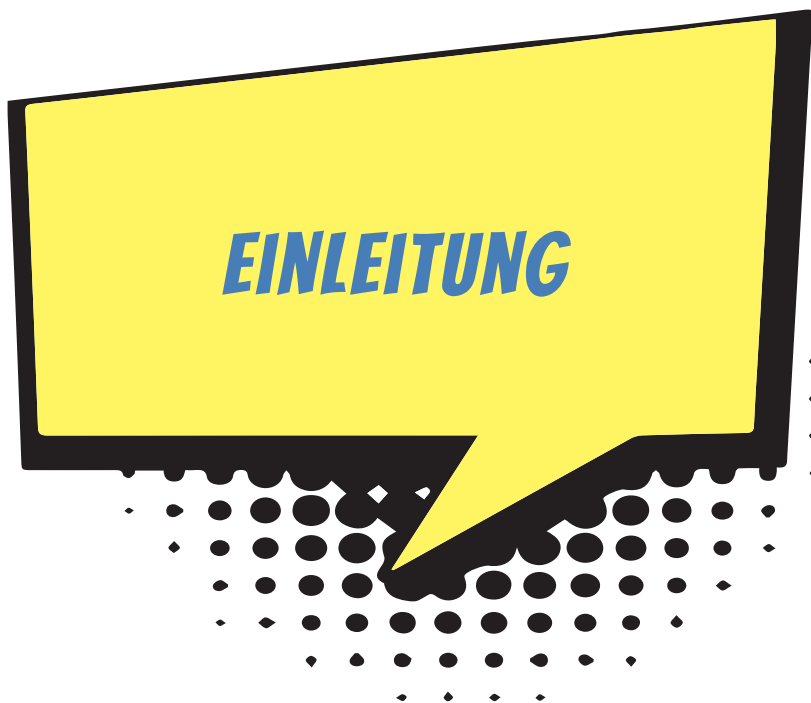
8

9	PROJEKTE MIT DEM ULTRASCHALLSENSOR	243
	Wie arbeitet ein Ultraschallsensor?	243
	Projekt 27: Messung des Abstands	246
	Projekt 28: Sehen mit Ultraschall	248
	Autostart	251
	Projekt 29: Der Begrüßungsautomat	252
	Fragen	255
	Aufgaben	255
	Antworten zu den Fragen	256
	Lösung der Aufgaben	256
10	TEMPERATURMESSUNGEN	259
	Wie schließt man einen digitalen Temperatursensor an?	259
	Projekt 30: Temperaturveränderungen messen	262
	Eine Programmdatei als Modul verwenden	264
	Projekt 31: Daten als CSV-Datei speichern	266
	Daten auf einem OLED-Display anzeigen	269
	Projekt 32: Digitales Thermometer	275
	Fragen	276
	Aufgaben	277
	Antworten zu den Fragen	277
	Lösung der Aufgaben	278
11	GRAFISCHE BENUTZUNGSOBERFLÄCHEN	281
	Wie macht man eine Benutzungsoberfläche?	281
	Projekt 33: »Du siehst heute gut aus!«	282
	Bilder auf Widgets	287
	Farben	287
	Projekt 34: Farbmischer	288
	Projekt 35: Flaggensprache	290
	Projekt 36: Gymnastik mit Ultraschall	293
	Auswählen mit Radiobuttons und Checkbuttons	298
	Projekt 37: Farbenwahl	298
	Projekt 38: Eine kreative Digitaluhr	300
	Fragen	305
	Aufgaben	305
	Antworten zu den Fragen	306
	Lösung der Aufgaben	306

PROJEKTE MIT DER KAMERA	311
Das Kameramodul	311
Die Kamerasoftware	313
Projekt 39: Bewegung erkennen	315
Projekt 40: Schlüssel aus Farben	318
Fragen	322
Aufgabe: Bewegungsspuren	323
Antworten zu den Fragen	323
Lösung der Aufgabe	324
 HINWEISE FÜR ELTERN UND LEHRER	 327
 STICHWORTVERZEICHNIS	 333

12

A



Der Raspberry Pi – kurz RPi oder Raspi – ist ein kleiner Computer zum Basteln und Erfinden. Er kostet nicht viel und alle Software, die man für seinen Betrieb braucht, ist völlig umsonst. Er verleitet zum Spielen und Ausprobieren – aber er ist kein Spielzeug. Der Raspberry Pi arbeitet zuverlässig und wird für ernsthafte Projekte in Wissenschaft und Technik verwendet.

Ein Computer besteht aus Hardware und Software. Die Hardware ist all das, was man sehen und anfassen kann (Raspberry Pi, Tastatur, Monitor). Die Software sind Daten und die Programme, die auf dem Computer laufen und sein Verhalten steuern. Ein Schwerpunkt dieses Buchs ist die Programmierung. Wir verwenden die beiden Programmiersprachen Scratch und Python.

- ◇ Scratch ist eine Programmiersprache für Anfänger. Du baust Computerprogramme mit der Maus aus Bausteinen auf dem Bildschirm zusammen. Da kann man nicht viel falsch machen und ganz schnell einige Grundideen der Programmierung lernen. Mit Scratch programmierst du Animationen, Spiele und Messgeräte mit grafischer Anzeige auf dem Bildschirm.
- ◇ Python ist eine Programmiersprache für Profis, die leicht zu lernen ist und auch in der Industrie für große und spezielle Projekte verwendet wird. Mit Python entwickelst du Programme, die Daten von Sensoren oder Kamerabilder auswerten, Steuerungen für LEDs und vieles mehr.

Das Besondere beim RPi gegenüber einem normalen Computer (PC, Laptop, Tablet) ist, dass du die Hardware verändern und erweitern kannst. Im Prinzip baust du bei jedem Projekt deinen eigenen Computer aus Einzelteilen zusammen. Die Einzelteile sind (neben dem RPi) vor allem

- ❖ elektronische Geräte wie Monitor, Lautsprecher, Mikrofon, Funksteckdose, Maus und Tastatur, die wahrscheinlich du schon zu Hause hast und die du auch für andere Zwecke verwenden kannst,
- ❖ elektronische Schaltungen, die du auf einer Steckplatine aus preiswerten kleineren Bauteilen (z.B. Widerstände, Sensoren und Leuchtdioden) zusammensetzt,
- ❖ Schalter und andere mechanische Teile, die du aus Pappe, Alufolie, Draht, Klebeband und anderen Alltagsmaterialien in wenigen Minuten bastelst,
- ❖ einige spezielle Geräte wie das RPi-Kameramodul.

WIE LIEST MAN EINE ANLEITUNG?

In diesem Buch findest du viele Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Bauen und zum Programmieren. Es ist manchmal gar nicht so einfach solche Texte zu verstehen. Nach meiner Erfahrung hilft es, wenn du folgende drei Regeln beachtest:

1. Schritt für Schritt! Du liest nur den nächsten Schritt der Anleitung und versuchst das Gelesene zu verstehen. Lies nicht weiter, sondern konzentriere dich nur auf diesen Schritt.
2. Keine Angst vor Fehlern! Auch wenn du noch Zweifel hast, alles vollständig verstanden zu haben, beginnst du, die Anweisungen eines Schritts in die Tat umzusetzen. Dazu brauchst du (gerade bei den ersten Schritten) etwas Mut.
3. Verstehen heißt Experimentieren! Wenn du einen Schritt umgesetzt hast, schau dir das Ergebnis an. Stimmt es mit dem überein, was in der Anleitung beschrieben wird? Falls nein, liest du noch einmal den Schritt durch. Vielleicht kann man eine Passage auch irgendwie anders verstehen. Probiere eine andere Interpretation aus!

ZUM AUFBAU DIESES BUCHS

In Kapitel 1 geht es zunächst um die Vorbereitung des Raspberry Pi. Dazu gehört vor allem die Installation des Betriebssystems (Raspbian). Du erfährst, wie du Anwendungssoftware und Spiele installierst und wie du den Raspberry Pi als »Mediacenter« nutzt, mit dem du Musik hören und Filme anschauen kannst. Es

werden keine besonderen Vorkenntnisse vorausgesetzt. Alles, was wichtig ist, wird erklärt.

In Kapitel 2 bis 4 steigst du in die Programmierung vom Scratch ein. Du setzt aus Bausteinen Programmtexte zusammen. Das geht leicht und schnell. So programmierst du Videos, Spiele, einen Autosimulator und vieles mehr.

Ab Kapitel 5 entwickelst du Projekte mit der Programmiersprache Python. Du schreibst Programme, die Leuchtdioden ansteuern, Temperaturen messen oder mit einem Ultraschallsensor Eindringlinge in dein Zimmer erkennen. Mit einer Kamera beobachtet dein Raspberry Pi den Garten. Ein Python-Programm kann das Livebild der Kamera automatisch auswerten. Dein Computer kann Bewegungen erfassen und darauf reagieren oder ein Farbmuster auf einer Schlüsselkarte erkennen. Das klingt alles sehr kompliziert. Dennoch sind die Programmbeispiele klein (fast immer weniger als eine Seite). Du kannst sie schnell aufschreiben, testen und weiterentwickeln.

Im Anhang ist ein Kapitel für Eltern und Lehrer. Dort gibt es auch eine Auflistung der Geräte und elektronischen Bauteile, die du für deine Projekte brauchst. Zum Glück kann man heute alles bequem über das Internet bestellen. Aber bei Online-Geschäften solltest du deine Eltern um Hilfe bitten.

AUFBAU DER KAPITEL

Noch ein paar Dinge zum Aufbau der einzelnen Kapitel. Gegen Ende jedes Kapitels findest du kleine Fragen zum Inhalt, die anregen sollen, noch einmal über die wichtigsten Punkte des Kapitels nachzudenken. Manchmal gibt es hier auch Dinge zum Ausprobieren.

Danach kommen Aufgaben, bei denen etwas programmiert werden soll. Es sind Vorschläge für weitere Projekte aus der Thematik des jeweiligen Kapitels. Meistens gibt es sehr viele Hinweise und Hilfen.

Ganz zum Schluss des Kapitels sind vollständige Lösungen zu den Aufgaben und Fragen.

Hinweise und Hintergrundinformationen

Die Kästen mit dem Ausrufezeichen bieten – kurz und knapp – zusätzliche Informationen zu Punkten, die in dem jeweiligen Projekt eine besondere Rolle spielen.



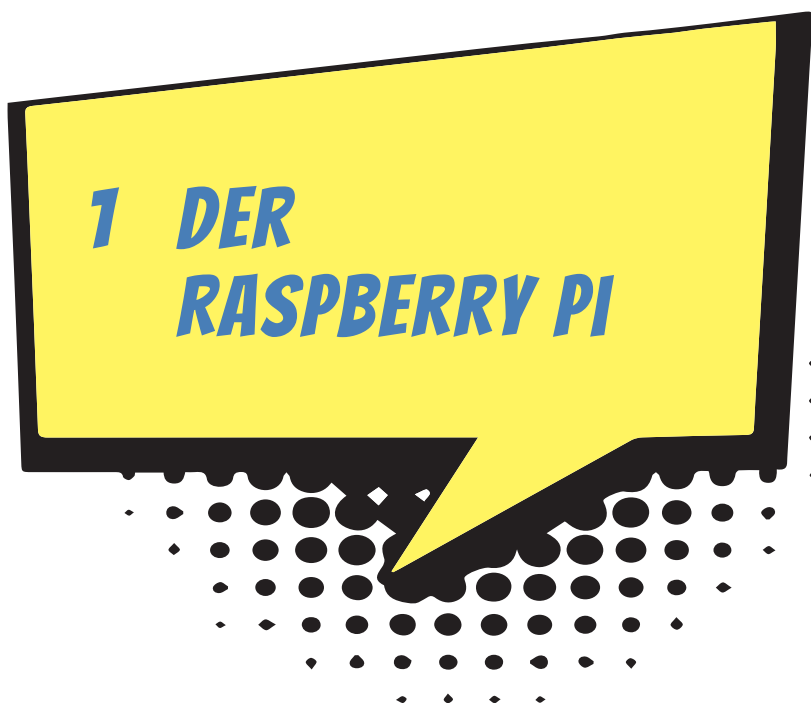


Praktische Tipps

In den Kästen mit dem Erste-Hilfe-Koffer findest du praktische Tipps und Lösungshilfen für Probleme, die an dieser Stelle auftreten können.

DOWNLOADS AUF DER WEBSEITE ZUM BUCH

Alle Programmtexte kannst du von der Webseite zu diesem Buch herunterladen. Die Adresse ist <http://www.mitp.de/0835>. Dort findest du auch noch zwei Bonuskapitel über wissenschaftliche Projekte sowie Webserver mit dem Raspberry Pi. Die Programmbeispiele kannst du dir als zip-Archiv herunterladen. Klicke in dem Kasten DOWNLOADS auf den Link PROGRAMMBEISPIELE. Speichere die Datei in einen geeigneten Ordner und entpacke das Archiv. Du erhältst zu jedem Kapitel, in dem Projekte beschrieben werden, einen Ordner mit den Programmbeispielen. Eine genaue Schritt-für-Schritt-Anleitung, wie du auf deinem Raspberry Pi die Texte downloaddest, findest du in Kapitel 5.



Im ersten Kapitel geht es darum, wie du den Raspberry Pi zu einem funktionierenden Computer ausbaust und Software installierst.

Du lernst das Betriebssystem Linux kennen. Schon mal davon gehört? Wir verwenden die Distribution *Raspberry Pi OS*, die auf den Raspberry Pi zugeschnitten ist. Du kopierst Dateien, richtest neue Benutzer ein, verbindest den Raspberry Pi mit dem Funknetz und installierst Spiele und nützliche Software.

VON DER HAUPTPLATINE ZUM LAUFFÄHIGEN COMPUTER

Der Raspberry Pi ist noch kein fertiger Computer. Er ist nur die Hauptplatine mit dem Prozessor und vielen Anschlüssen für Tastatur, Monitor und andere Geräte. In diesem Abschnitt geht es um die Hardware, also die Teile, die man anfassen kann. Du erfährst, wie du aus deinem Raspberry Pi einen vollständigen Computer zusammenbaust.

Es gibt verschiedene Versionen des Raspberry Pi. Das neueste Modell heißt Raspberry Pi 5. Er kam im Oktober 2023 auf den Markt. Mit 4 GB Arbeitsspeicher kostet

er etwa 70 € und mit einem größeren Arbeitsspeicher von 8 GB etwa 90 € (Stand Juli 2024). Für alle Projekte in diesem Buch reicht die preiswertere Version. Wenn du einen älteren Raspberry Pi 3 oder Raspberry Pi 4 hast, ist das kein Problem. Alle Projekte in diesem Buch funktionieren auch mit den älteren Modellen.

Wenn du nicht so viel Geld ausgeben möchtest, kannst du dir auch einen Raspberry Pi Zero kaufen. Er kostet weniger als 20 €. Allerdings brauchst du dann noch einige Zusatzteile, auf die ich im nächsten Abschnitt zu sprechen komme. Auch von dem Raspberry Pi Zero gibt es verschiedene Varianten, die sich im Preis etwas unterscheiden. Ich empfehle dir den Raspberry Pi Zero WH. Bei ihm sind die 40 Pins des GPIO schon aufgelötet (siehe Abbildung 1.2).

DAS WICHTIGSTE ZUERST



Tipp

Vielleicht liest du diesen Abschnitt zusammen mit deinen Eltern durch. Im Anhang gibt es noch eine weitere Liste mit speziellen Bauteilen, die du für bestimmte Projekte brauchst. Frage deine Eltern, ob sie dir bei der Beschaffung helfen können.

Du benötigst außer dem Raspberry Pi (RPi) noch einige weitere Geräte.

- ❖ Eine Mikro-SD-Karte. Darauf werden alle Programme und Daten gespeichert. Für den Raspberry Pi brauchst du eine kleine Micro-SD-Karte. Es werden mindestens 16 Gigabyte (GB) benötigt. Ein Gigabyte ist eine Datenmenge, die rund einer Milliarde Zeichen entspricht.
- ❖ USB-Tastatur. USB steht für *Universal Serial Bus*. Das kann eine einfache Tastatur mit Kabel oder eine Funktastatur sein.
- ❖ Energieversorgung. Auf der Platine des Raspberry Pi gibt es (wie bei einem modernen Smartphone) einen USB-C-Eingang, den du für die Stromversorgung verwenden kannst. Für den Raspberry Pi 5 besorgst du dir am besten das offizielle Netzteil, das bei einer Spannung von 5 Volt eine Leistung von 27 Watt liefert. Für die älteren Raspberry Pi-Modelle 3 und 4 und das Modell Zero reicht ein Ladegerät für ein Handy (ab 8 €).
- ❖ Monitor mit HDMI-Eingang. Die Buchstaben HD stehen für *High Definition*, also hohe Auflösung. MI bedeutet *Multimedia Interface*. Das heißt, dass über diesen Anschluss Bild und Ton übertragen werden können. Gut geeignet ist deshalb ein Multimedia-Monitor mit HD-Auflösung (1920 x 1080), der auch Lautsprecher hat. Der RPi5 schafft sogar zwei 4K-Monitore. Natürlich brauchst du auch ein HDMI-Kabel. Das Kabel muss an der einen Seite an deinen Monitor passen und an der anderen Seite an den HDMI-Anschluss des Raspberry Pi.

- ◇ USB-Maus.
- ◇ Lüfter. Wenn du die volle Leistungsfähigkeit des Raspberry Pi 5 ausschöpfen möchtest, solltest du dir einen Lüfter zulegen (Raspberry Pi Active Cooler). Er kostet etwa 6 €.
- ◇ USB-Hub (nur RPi Zero). Der Raspberry Pi Zero hat nur einen einzigen USB-Anschluss. Deshalb brauchst du einen USB-Hub (ab 8 €), um mehrere Geräte (Tastatur, Maus) anzuschließen.

Viele dieser Dinge hast du vielleicht schon zu Hause und kannst ausprobieren, ob sie mit deinem Raspberry Pi funktionieren. Normalerweise gibt es keine Probleme.

Weitere Dinge, die du für spezielle Projekte brauchst, werden im Anhang beschrieben. Manches muss man im Internet bestellen. Frage deine Eltern, ob sie dir helfen.

AUFBAU DES RASPBERRY PI 5

Computer sind die kompliziertesten Maschinen, die je gebaut worden sind. Das Schöne am Raspberry Pi ist, dass man einige Bauteile eines Computers erkennen kann, die sonst durch das Gehäuse verborgen sind.

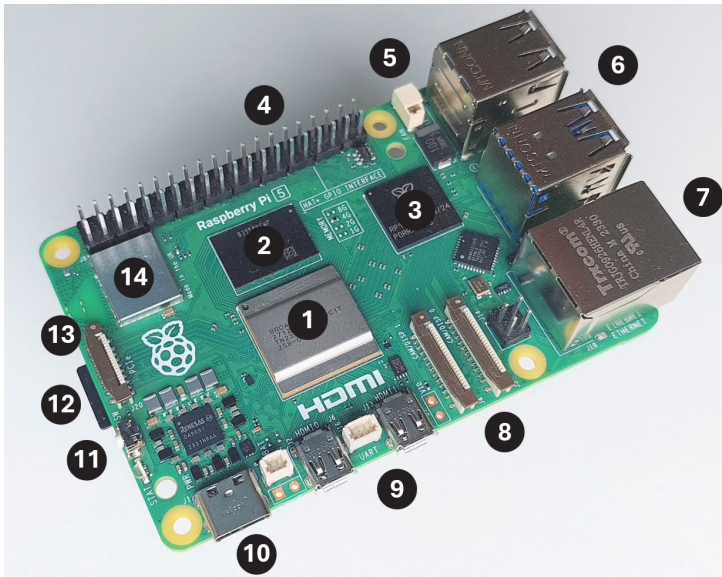


Abb. 1.1: Der Raspberry Pi 5

Abbildung 1.1 zeigt den Aufbau des Raspberry Pi 5.

- 1 Diesen großen Chip nennt man SoC (*mit*). Er wurde von der englischen Firma Broadcom zusammen mit der Universität Cambridge speziell für den Raspberry Pi 5 entwickelt. Der SoC enthält den *Prozessor*, das wichtigste Bauteil eines

Computers. Hier werden Daten verarbeitet. Er besteht hauptsächlich aus vielen elektronischen Schaltern, die ständig geöffnet und geschlossen werden und so elektrische Signale über bestimmte Bahnen leiten. In deinem Raspberry Pi ist ein ARM-Prozessor mit einer Taktfrequenz von maximal 2,4 Gigahertz. Das bedeutet im Prinzip, dass er in einer Sekunde 2,4 Milliarden Schaltvorgänge schafft. Du wirst merken, dass dieser Chip sehr warm werden kann. Verbrenn dir nicht die Finger! Wenn er zu heiß wird (weil er so viel arbeiten muss), wird die Taktfrequenz verringert. Dann wird der Prozessor zwar langsamer, aber es fließt auch weniger Strom und damit entsteht weniger Wärme. ARM steht für *Advanced RISC Machines*, auf Deutsch »fortgeschrittene RISC-Maschinen«. RISC wiederum hat nichts mit »Risiko« zu tun, sondern ist eine Abkürzung für *Reduced Instruction Set Computer*, also Computer mit reduziertem Befehlssatz. Das besondere Merkmal von ARM-Prozessoren ist, dass sie verhältnismäßig wenig Strom verbrauchen. Deswegen findet man sie auch in Mobiltelefonen. Noch etwas: Der Prozessor im RPi 5 hat vier Kerne. Das heißt, es sind eigentlich vier Prozessoren, die zusammenarbeiten.

- ❷ Hier ist der Arbeitsspeicher, in dem Daten gespeichert werden. Den RPi 5 gibt es mit 4 GB und 8 GB. Der Speicherplatz von 1 GB (Gigabyte) reicht aus, um rund eine Milliarde Zeichen zu speichern. Das entspricht etwa einer Million Buchseiten.
- ❸ Dieser Chip steuert die Ein- und Ausgabe.
- ❹ Das GPIO. *General Purpose Input Output Device* – oder kurz GPIO – heißt auf Deutsch ungefähr »Ein-/Ausgabegerät für viele Verwendungszwecke«. Es sind 40 Pins, die aus der Platine herausragen. Hier kannst du mit Jumperkabeln elektronische Schaltungen anschließen. Wichtig zu wissen ist, wo Pin Nummer 1 ist. Er ist im Bild markiert (P1). Mehr dazu in Kapitel 3.
- ❺ Anschluss für einen Lüfter.
- ❻ Der RPi 5 hat vier USB-Buchsen (*Universal Serial Bus*). Hier schließt du die Tastatur und die Maus an.
- ❼ LAN-Buchse. Hier kannst du ein LAN-Kabel anschließen, um deinen RPi mit dem lokalen Netzwerk zu verbinden. Ein LAN (*Local Area Network*) ist ein Netzwerk aus Computern, die über Kabel miteinander verbunden sind. Praktischer ist allerdings ein Funknetz (WLAN).
- ❽ Zwei Eingänge zum Anschluss von Kameramodulen (siehe Kapitel 12).
- ❾ Zwei Micro-HDMI-Buchsen. Hier kannst du über HDMI-Kabel einen oder zwei Monitore anschließen. HDMI steht für *High Definition Multimedia Interface*. Auf Deutsch bedeutet das in etwa Schnittstelle für hochauflösende Multimedia-Geräte. »Hochauflösend« heißt, dass dein Monitor ein sehr gutes Bild mit z.B. 1920 x 1080 Bildpunkten (HD) zeigt. Der RPi 4 unterstützt sogar ein noch bes-

seres Bildformat mit 4096 x 2160 Bildpunkten (4K). »Multimedia« bedeutet, dass Bild und Ton übertragen werden.

- 10 Am USB-C-Eingang schließt du das Netzteil an.
- 11 Netzschalter. Damit schaltest du den RPi ein und aus.
- 12 Kartenhalter mit Micro-SD-Karte. Vorsicht! Fasse den RPi niemals an dieser Stelle an! Wenn die Mikro-SD-Karte herauspringt, verliert der RPi augenblicklich sein Gedächtnis.
- 13 An der PCI-Buchse (*Peripheral Component Interconnect*) kannst du z.B. einen SSD-Speicher anschließen. Ein SSD (*Solid State Disk*) ist ein Gerät zum Speichern großer Datenmengen, das ohne bewegliche Teile auskommt.
- 14 Das flache Kästchen ist ein Bluetooth- und WLAN-Modul für Funkverbindungen z.B. zum Handy, zu Kopfhörern und zum Heimnetz.

AUFBAU DES RASPBERRY PI ZERO WH

Der Raspberry Pi Zero WH ist nicht viel größer als zwei Briefmarken. Er kostet viel weniger als der »große Bruder« RPi 5, hat dafür aber weniger Anschlüsse und ist langsamer. Praktisch alle Projekte in diesem Buch funktionieren auch mit dem kleinen Modell Zero WH. Achte beim Kauf auf das »WH«! Es gibt auch einen Raspberry Pi Zero (ohne WH). Dem fehlt aber Bluetooth und WLAN und er ist viel langsamer.

Abbildung 1.2 zeigt den Aufbau:

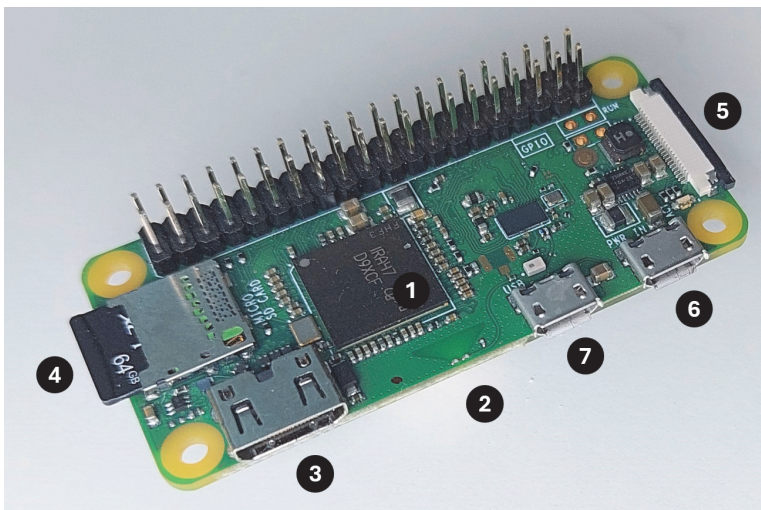


Abb. 1.2: Raspberry Pi Zero WH

- ❶ Das SoC ist das Herzstück des kleinen Computers. Es enthält einen etwas langsameren ARM-Prozessor mit einer Taktfrequenz von 1 Gigahertz. Der Arbeitsspeicher hat nur 512 MB (= 0,512 GB) und ist damit viel kleiner als der des RPi 5. Das bedeutet vor allem, dass die Verarbeitung von großen Datenmengen (z.B. beim Surfen im Internet) langsamer ist.
- ❷ Bluetooth- und WLAN-Modul für drahtlose Verbindungen
- ❸ Mini-HDMI-Buchse, an die du einen FullHD-Bildschirm anschließen kannst (1920x1080 Pixel)
- ❹ Kartenhalter mit Micro-SD-Karte
- ❺ Ein Kameraeingang
- ❻ Micro-USB-Buchse zur Stromversorgung. Schließe hier dein 5-Volt-Netzteil an.
- ❼ Micro-USB-Buchse zur Datenübertragung. Wenn du mehrere Geräte über ein USB-Kabel anschließen möchtest (z.B. Maus und Tastatur), benötigst du einen USB-Hub (siehe Abbildung 1.3).



Abb. 1.3: USB-Hub mit Micro-USB-Stecker

Der Raspberry Pi Zero hat keinen Ein-/Aus-Schalter. Sobald du ihn mit einer Stromquelle verbunden hast (❻), startet er. Aber bevor du das tust, musst du dafür sorgen, dass auf der Micro-SD-Karte die Betriebssoftware installiert ist. Wie das geht, wird gleich erklärt.

DAS BETRIEBSSYSTEM INSTALLIEREN

Im letzten Abschnitt ging es um die Hardware des Computers, also die Dinge, die man anfassen kann. Aber damit der Raspberry Pi tatsächlich arbeiten kann, braucht er auch *Software*. Das sind Programme und Daten, also Sachen, die es zwar gibt, die man aber *nicht* anfassen kann. Die wichtigste Software für den Computer ist das Betriebssystem. Es verwaltet das Speichern von Daten, regelt die Verbindung zu

Tastatur, Maus und den anderen angeschlossenen Geräten, und es bietet eine Benutzungsoberfläche. Kurz und knapp: Es ist für die Grundfunktionen des Computers zuständig. Ohne ein Betriebssystem funktioniert kein Computer. In diesem Abschnitt geht es also darum, wie du das Betriebssystem auf deinen Raspberry Pi bringst. Dazu brauchst du einen anderen Computer (z.B. einen Apple Mac oder einen Windows-Rechner). Wenn du selbst keinen eigenen Rechner besitzt, musst du jemanden bitten, dir zu helfen.

Für den Raspberry Pi gibt es mehrere Betriebssysteme. Wir verwenden in diesem Buch *Raspberry Pi OS*, eine Linux-Variante (genauer: Debian), die besonders gut für den Raspberry Pi geeignet ist. Das Betriebssystem muss auf der SD-Karte installiert werden. Wie das geht, wird nun Schritt für Schritt erklärt.

EIN SPEICHERABBILD (IMAGE) HERUNTERLADEN

Die SD-Karte musst du auf einem PC, Mac oder Laptop vorbereiten. Für diesen Computer brauchst du auch einen SD-Kartenleser. Das ist ein kleines Gerät, das man an eine USB-Buchse anschließen kann.

Wenn du im Umgang mit Computern unerfahren bist, könntest du in diesem Abschnitt die Hilfe eines Experten gebrauchen.

Auf der Raspberry-Pi-Webseite <http://www.raspberrypi.org/downloads> findest du die Software, die du benötigst. Als Erstes lädst du die App *Raspberry Pi Imager* für deinen PC oder Mac herunter und installierst sie. Lege deine SD-Karte in den SD-Kartenleser ein und starte die App *Raspberry Pi Imager*. Normalerweise erscheint jetzt eine Box mit der Frage »Möchten Sie zulassen, dass durch die App Änderungen an Ihrem Gerät vorgenommen werden?« Du klickst auf JA.

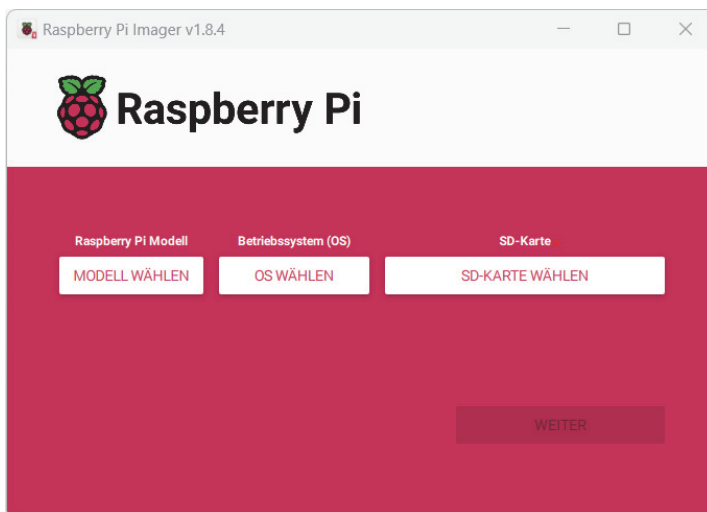


Abb. 1.4: *Raspberry Pi Imager*

Zuerst klickst du auf die Schaltfläche **MODELL WÄHLEN** und wählst dein Raspberry-Pi-Modell aus. Beachte, dass die Auswahlliste rechts einen Scrollbalken hat und du nach unten scrollen kannst. Es gibt außer den drei Modellen, die in Abbildung 1.5 zu sehen sind, noch weitere.

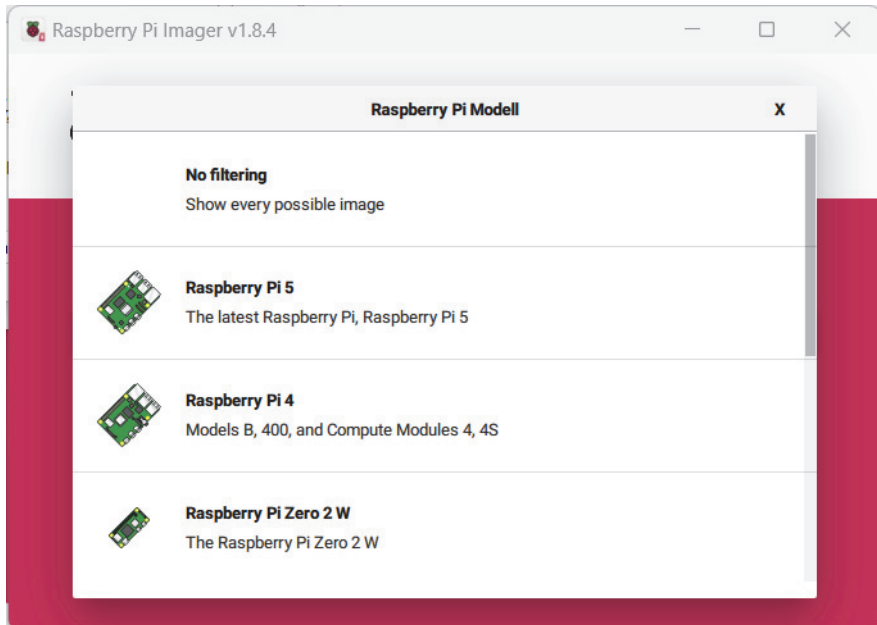


Abb. 1.5: Raspberry-Pi-Modell auswählen

Dann klickst du auf **OS WÄHLEN**. Es werden dir unterschiedliche Betriebssysteme angeboten. Du wählst **RASPBERRY PI OS** aus. Die anderen Betriebssysteme sind meist für spezielle Anwendungszwecke. Zum Beispiel kannst du mit **LIBREELEC** ein Multi-mediacenter einrichten oder mit **REPETIER-SERVER** ein spezielles Betriebssystem für 3D-Druck installieren. Das ist auch spannend, aber in diesem Buch geht es vor allem um Programmierung und dazu brauchst du **RASPBERRY PI OS**, das auf allen RPi-Modellen läuft.

Zum Schluss klickst du auf die rechte Schaltfläche und wählst deine SD-Karte aus. Das ist ganz einfach. Weil du nur eine einzige SD-Karte angeschlossen hast, wird in der Auswahlliste auch nur eine einzige SD-Karte angeboten. Die klickst du an.

Klicke jetzt unten rechts auf **WEITER**.

In einer Nachrichten-Box erscheint die Frage »Möchten Sie die vorher festgelegten OS-Anpassungen übernehmen?« Du möchtest sicher wissen, was du da übernimmst. Deshalb klickst du auf den linken Button **EINSTELLUNGEN BEARBEITEN**. Dann öffnet sich ein Fenster wie in Abbildung 1.6.

The screenshot shows the 'OS Anpassungen' window with the following settings:

- ALLGEMEIN** (General) tab is active.
- ☒ Hostname: `raspi-1` .local
- ☒ Benutzernamen und Passwort festlegen
 - Benutzername: `pi`
 - Passwort: [masked]
- ☒ Wifi einrichten
 - SSID: `lalala`
 - Passwort: [masked]
 - ☐ Passwort anzeigen ☐ Verborgene SSID
 - Wifi-Land: `DE`
- ☒ Spracheinstellungen festlegen
 - Zeitzone: `Europe/Berlin`
 - Tastaturlayout: `de`
- SPEICHERN** (Save) button at the bottom.

Abb. 1.6: Voreinstellungen für das Betriebssystem

Bei den Einstellungen, die du ändern möchtest, musst du zuerst links eine Checkbox anklicken.

- ❖ Der Hostname ist der Name, mit dem du deinen Raspberry Pi ansprechen möchtest, wenn du mit VNC von einem anderen Rechner aus eine Verbindung aufbaust. Mehr zu diesem Thema erfährst du in Abschnitt .
- ❖ Praktisch ist, dass die Einstellungen zum WLAN übernommen werden. Hier änderst du nichts, wenn der RPi in dem gleichen WLAN laufen soll wie der Rechner, auf dem du die SD-Karte einrichtest.
- ❖ Als Benutzername nehme ich gerne »pi«. Das ist ein schöner kurzer Name. Aber er ist natürlich leicht zu erraten. Deshalb solltest du diesen Namen nur dann nehmen, wenn auf deinem RPi keine wichtigen Daten gespeichert werden, die du schützen möchtest.
- ❖ Bei den Spracheinstellungen sorgst du dafür, dass ein deutsches Tastaturlayout eingestellt ist (Kürzel: DE).

Klicke dann unten auf **SPEICHERN**.

Es kommt eine Warnung, dass alle Daten auf der SD-Karte gelöscht werden, und die Frage »Möchten Sie wirklich fortfahren?« Du klickst auf **JA**.

Dann wird auf der SD-Karte das Betriebssystem gespeichert. Das dauert eine Weile. Hab Geduld!



Was ist die QWERTZ-Tastaturbelegung?

Auf der deutschen Tastatur sind die ersten sechs Tasten der oberen Buchstabenzeile mit **Q**, **W**, **E**, **R**, **T** und **Z** belegt. Dagegen haben im englischen Sprachraum die Tastaturen eine QWERTY-Belegung. Der sechste Buchstabe ist ein **Y**.

DEN RASPBERRY PI DAS ERSTE MAL STARTEN UND KONFIGURIEREN

Die Micro-SD-Karte schiebst du mit den Kontakten nach oben in den SD-Kartenhalter des RPi. Sie muss einrasten und ragt dann nur noch wenige Millimeter über den Rand der Platine heraus.

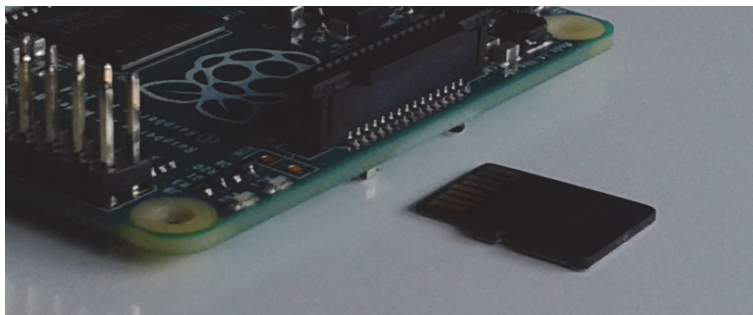


Abb. 1.7: Die Micro-SD-Karte einschieben

Schließe die anderen Geräte an. Tastatur und Maus kommen an die USB-Buchsen und der Monitor wird über ein HDMI-Kabel angeschlossen. Wahrscheinlich hast du ein HDMI-Kabel mit zwei normalen HDMI-Steckern. Dann musst du einen Adapter für Micro-HDMI verwenden. Zum Schluss verbindest du den USB-C-Eingang mit dem Netzteil. Auf diese Weise startest du den RPi. Das Starten eines Computers nennt man übrigens auch *Hochfahren* oder *Booten*.



Abb. 1.8: RPi 5 mit angeschlossenen Geräten. Von links nach rechts: USB-C-Kabel zur Stromversorgung, Micro-HDMI-Adapter mit HDMI-Kabel, USB-Kabel von Tastatur und Maus

Nach einiger Zeit siehst du den Desktop, der ungefähr so aussieht wie in Abbildung 1.11. Warum schreibe ich »ungefähr«? Die Raspberry-Pi-OS-Distribution, die man im Internet herunterladen kann, wird alle paar Monate überarbeitet. Aber die Änderungen sind meist nur geringfügig. Die Grundfunktionen der Benutzeroberfläche haben sich in den letzten Jahren kaum geändert.

STROMVERSORGUNG

Der Energiebedarf deines RPi schwankt. Mal braucht er mehr und mal braucht er weniger Strom. Wenn du oben rechts auf deinem Desktop einen gelben Blitz ⚡ siehst, reicht die Stromversorgung nicht aus. Dann solltest du dir ein stärkeres Netzteil zulegen.

KONFIGURATION DES RPI

Bei der Einrichtung des Images mit dem RASPBERRY PI IMAGER hast du schon eine erste Konfiguration vorgenommen. Aber du möchtest vielleicht noch Änderungen vornehmen. Klicke dazu auf die Schaltfläche 🍷 oben links in der Ecke und wähle im Menü EINSTELLUNGEN (engl. PREFERENCES) das Programm RASPBERRY-PI-KONFIGURATION. In den folgenden Abschnitten werden einige wichtige Einstellungen erklärt, die du mit diesem Programm vornehmen kannst.

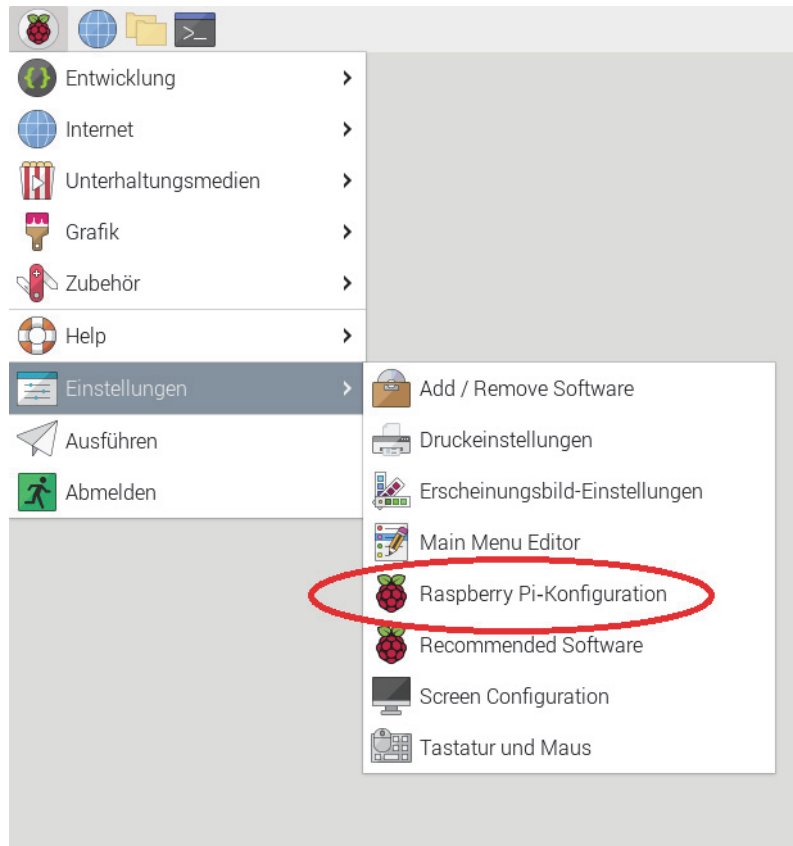


Abb. 1.9: Das Konfigurationsprogramm starten

DIE SPRACHE ÄNDERN

Vielleicht ist nach dem ersten Start die Benutzungsoberfläche deines Raspberry Pi noch auf Englisch eingestellt. Wähle im Konfigurationsprogramm die Registerkarte LOCALISATION (deutsch: *Lokalisierung*). Klicke dann auf die Schaltfläche SET LOCALE... (deutsch: *Sprachumgebung einstellen*) und wähle Sprache und Land.

DAS PASSWORT ÄNDERN

Der Raspberry Pi mit dem Betriebssystem Linux ist für Mehrbenutzerbetrieb eingerichtet. Das heißt, man geht davon aus, dass mehrere Personen den Computer benutzen. Jede Person hat einen Benutzernamen und ein Passwort (man sagt auch »Kennwort«). Um den Computer benutzen zu können, muss man sich einloggen und Benutzernamen und Passwort eingeben. Deinen Raspberry Pi wirst wahrscheinlich nur du allein benutzen. Aber dennoch kannst du mehrere Benutzernamen verwenden – ähnlich wie ein Schauspieler, der mehrere Rollen spielt.

Auf deinem Raspberry Pi hast du mit der Installation des Betriebssystems bereits einen Systemadministrator namens `root` und einen »normaler« Benutzer z.B. mit dem Namen `pi` und dem Kennwort `raspberrypi` eingerichtet.

Was ist ein Systemadministrator?

Der Systemadministrator (Root) hat besondere Rechte und besondere Verantwortung. Er kann neue Benutzer einrichten und hat Zugang zu Dateien, mit denen Merkmale des Betriebssystems verändert werden können. Bestimmte Befehle (z.B. die Installation von neuer Software) dürfen nur vom Administrator ausgeführt werden. Stelle dir den Systemadministrator wie den Hausmeister eines Mehrfamilienhauses vor.



Zum professionellen Umgang mit dem Computer gehört es, ein sicheres Passwort einzurichten und regelmäßig zu ändern.

Sorge dafür, dass im Anwendungsfenster des Konfigurationsprogramms die Registerkarte **SYSTEM** gewählt ist. Klicke auf die Schaltfläche **KENNWORT ÄNDERN**. Es erscheint eine kleine Dialogbox. Gib dein Passwort hinter **NEUES KENNWORT EINGEBEN** und noch ein zweites Mal hinter **NEUES KENNWORT BESTÄTIGEN** ein. Klicke dann unten auf **OK**.

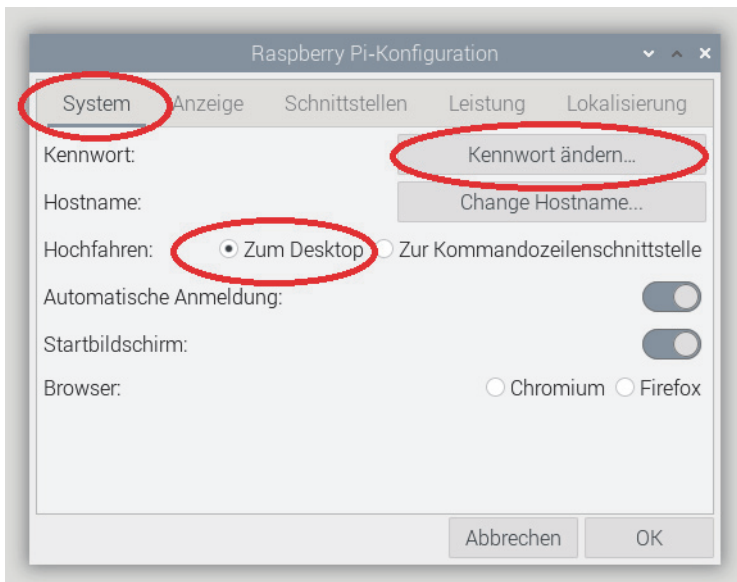


Abb. 1.10: Passwort ändern und Desktop verfügbar machen

DEN DESKTOP SOFORT VERFÜGBAR MACHEN

Bei den meisten Projekten, die in diesem Buch vorgestellt werden, verwendest du den Raspberry Pi als Desktop-Computer mit Monitor, Tastatur und Maus. Deshalb ist es praktisch, wenn du dich nach dem Einschalten nicht erst einloggen musst, sondern nach dem Booten sofort die grafische Benutzungsoberfläche des RPi erscheint.

Um das einzustellen, sorgst du dafür, dass wie in Abbildung 1.10 hinter HOCHFAHREN: die Option ZUM DESKTOP ausgewählt ist.

DER DESKTOP

Meistens arbeitest du mit dem RPi über den Desktop (siehe Abbildung 1.11). Desktop heißt auf Deutsch Schreibtischoberfläche. Und in der Tat sieht es ein bisschen so aus wie ein Schreibtisch, auf dem nützliche Dinge (wie Bücher, Papier, Schreibgeräte und Radiergummis) herumliegen. Wenn du bei der Konfiguration die Option BOOT: ZUM DESKTOP gewählt hast, erscheint die grafische Oberfläche sofort. Ansonsten startest du sie auf der Kommandozeile mit dem Befehl

```
sudo startx
```

Mehr über die Kommandozeile erfährst du gleich in Abschnitt »Mit dem Dateimanager arbeiten«.

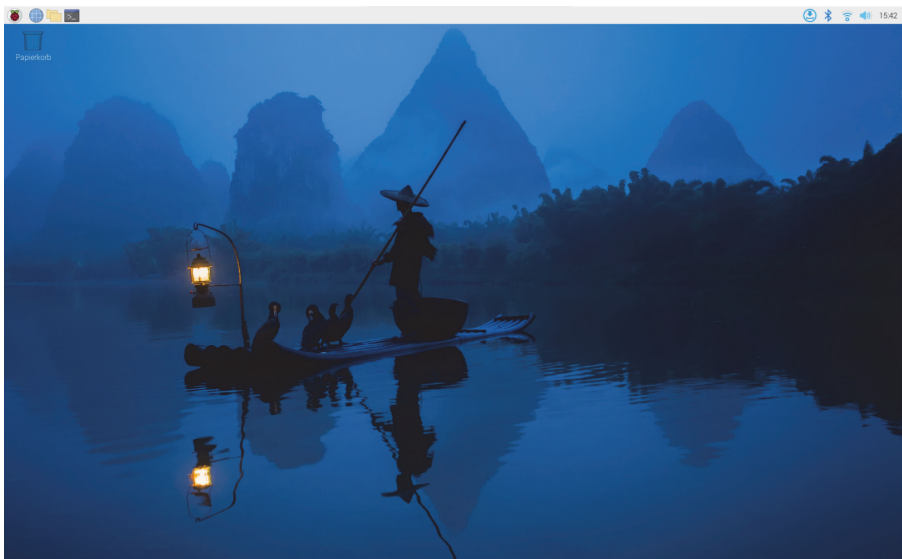


Abb. 1.11: Der Desktop von Raspberry Pi OS (2024)

Oben links siehst du einen Streifen (*Application Launch Bar*) mit einigen Funktionen, die für den Gebrauch des Systems besonders wichtig sind.



Abb. 1.12: Die obere linke Ecke des Desktops

In der linken oberen Ecke findest du folgende Symbole:

- ❶ Startmenü, das den schnellen Zugang zu Standardsoftware ermöglicht.
- ❷ Der Webbrowser CHROMIUM. Damit kannst du im Internet surfen.
- ❸ Der Datei-Manager PCMANFM. Damit kannst du (wie z.B. mit dem Windows-Explorer) auf Dateien in den verschiedenen Ordnern zugreifen.
- ❹ Das LXTERMINAL. Damit kannst du auf der Kommandozeile Kommandos des Betriebssystems Linux eingeben.

DEN RPI AUSSCHALTEN

Der Raspberry Pi 5 hat einen kleinen Tastschalter neben der SD-Karte. Drückst du ihn zweimal hintereinander, wird der Computer heruntergefahren. Dann leuchtet eine rote statt einer grünen LED. Die anderen Modelle des Raspberry Pi besitzen keinen Schalter. Diese kannst du ausschalten, indem du einfach den USB-Stecker zur Stromversorgung abziehst. Dabei kann allerdings (in seltenen Fällen) der Inhalt der SD-Karte zerstört werden. Dann verlierst du deine Daten und du musst die SD-Karte wieder formatieren und das Betriebssystem aufspielen. Um sicherzugehen, dass deiner SD-Karte nichts passiert, solltest du den RPi herunterfahren. Klicke auf  und wähle den Befehl ABMELDEN. In der Dialogbox wählst du *Herunterfahren* und klickst auf OK.

DIE ANSICHT DES DESKTOPS ÄNDERN

Vielleicht stört dich das Bild auf dem Desktop. So kannst du es entfernen:

- ❖ Klicke mit der rechten Maustaste auf irgendeine leere Stelle des Desktops. Wähle im Kontextmenü den Befehl DESKTOP EINSTELLUNGEN. Es erscheint ein Fenster wie in Abbildung 1.13.
- ❖ Wähle die Registerkarte SCHREIBTISCH.
- ❖ Klicke auf das kleine schwarze Dreieck hinter LAYOUT.
- ❖ Wähle mit den Pfeiltasten die Option KEIN BILD.
- ❖ Wähle hinter FARBE eine Farbe und klicke auf OK.

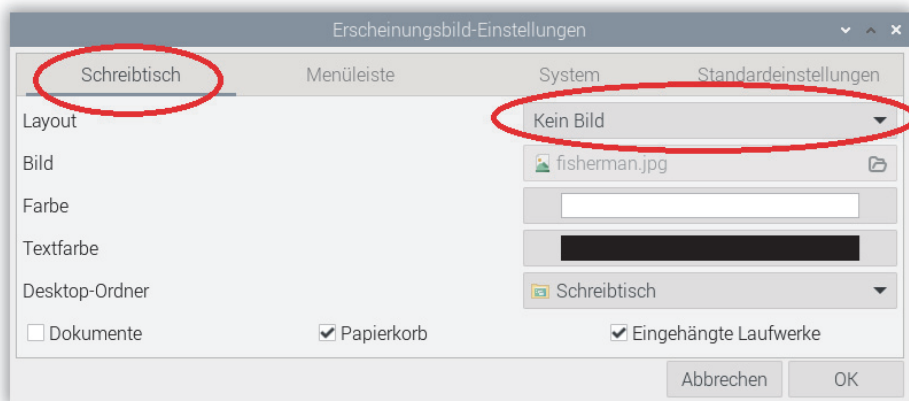


Abb. 1.13: Die Ansicht der Arbeitsfläche verändern

DEN RPI MIT DEM FUNKNETZ VERBINDEN

Die Einrichtung eines Images auf der SD-Karte geht auch, wenn der RPi nicht mit dem Internet verbunden ist (Offline-Modus). Aber für viele Dinge ist eine Verbindung mit dem Internet sehr praktisch. Der RPi hat eine RJ45-Buchse, über die du ein LAN-Kabel anschließen kannst. Praktischer ist natürlich ein Funknetz (man sagt auch WLAN oder WiFi). So verbindest du den RPi mit dem Funknetz:

- ❖ Klicke auf dem Desktop oben rechts auf  und starte so das Konfigurationsprogramm. Es erscheint eine Liste der Funknetze, die gerade empfangen werden.
- ❖ Klicke mit der Maus auf den Namen eures Heimnetzes in der Liste. Es erscheint ein neues Fenster. Trage den Schlüssel deines Funknetzes ein und klicke auf die Schaltfläche OK.

Wenn die Verbindung funktioniert, ändert sich das Icon auf der Schaltfläche des Funknetz-Konfigurationsprogramms. Es sieht jetzt so aus: .

EMPFOHLENE SOFTWARE INSTALLIEREN

Klicke auf das Start-Symbol , dann auf EINSTELLUNGEN und auf RECOMMENDED SOFTWARE (empfohlene Software). Es erscheint ein Fenster wie in Abbildung 1.14

Du siehst eine Liste von Software, die auf den Raspberry Pi zugeschnitten ist und die es sich lohnt zu installieren. Die Programme mit einem Häkchen sind bereits installiert. Für die ersten Programmierprojekte in diesem Buch brauchst du Scratch 3, eine Programmiersprache für Anfänger, die leicht zu lernen ist.

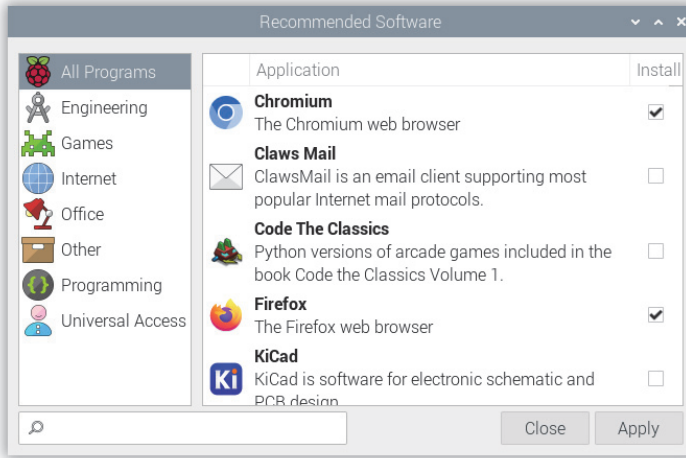


Abb. 1.14: Empfohlene Software

So installierst du Scratch 3:

- ❖ Wähle links im Fenster RECOMMENDED SOFTWARE die Rubrik PROGRAMMING. Rechts sind dann nur die Apps zu sehen, die mit Programmierung zu tun haben.
- ❖ Klicke auf die Checkbox neben Scratch 3 und dann unten rechts auf APPLY (siehe Abbildung 1.15).
- ❖ Es erscheint ein Fenster mit dem Titel *Legitimieren*. Trage dein Passwort ein und klicke unten rechts auf LEGITIMIEREN.

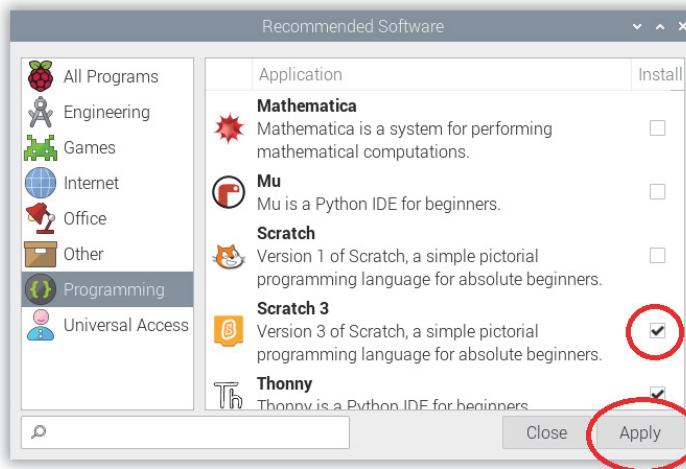


Abb. 1.15: Scratch 3 installieren

Nach der Installation ist Scratch 3 im Menü START|ENTWICKLUNG eingetragen.

MATHEMATICA AUSPROBIEREN

Interessierst du dich für Mathematik und mathematisches Modellieren? Nein? Dann lies nicht weiter und überspringe diesen Abschnitt einfach.

Zur Liste der empfohlenen Programme für den RPi gehört auch *Mathematica* von Stephen Wolfram (Gründer der Firma Wolfram Research). Mit Mathematica kannst du mathematische Gleichungen lösen (Computer-Algebra) und Graphen von Funktionen darstellen. Neugierig?

Als Erstes musst du Mathematica installieren. Du findest es bei der empfohlenen Software in der Rubrik PROGRAMMING. Der vorige Abschnitt erklärt, wie du vorgehst.

Hier ein kleines Beispiel zum Ausprobieren.

Klicke auf  und wähle den Befehl ENTWICKLUNG. Klicke oben auf das Icon , um Mathematica zu starten. Es öffnet sich ein Editor-Fenster (ein Notebook), in dem du Text schreiben und mathematische Funktionen darstellen kannst.

Eine Funktion ist durch eine Berechnungsvorschrift definiert, z.B. $f(x) = x^2$. Der Graph der Funktion ist eine Kurve in einem Koordinatensystem.

Klicke im Menü INSERT auf den Befehl FREE-FORM INPUT. (Eventuell musst du das mehrmals machen.) In dem Notebook-Fenster erscheint ein kleiner Kasten mit einem Gleichheitszeichen, in den du eine Anweisung auf Englisch schreiben kannst, z.B.

```
plot x**2 with dashed grid lines
```

Das heißt auf Deutsch in etwa: »Zeichne x hoch 2 mit gestrichelten Rasterlinien.«

Dann erscheint in dem Rahmen statt der umgangssprachlichen Anweisung, die du eingegeben hast, eine neue Version mit Pfeilen und Klammern, die wie eine mathematische Formel aussieht. Klicke oben rechts in der Ecke des Rahmens auf die kleine Schaltfläche mit dem Haken. Damit akzeptierst du die Formel als Interpretation deiner umgangssprachlichen Eingabe. Der Rahmen verschwindet.

Klicke im Menü EVALUATION auf den Befehl EVALUATE NOTEBOOK. Dann wird die Formel ausgewertet und der Graph der Funktion in ein Koordinatensystem mit gestrichelten Linien gezeichnet. Abbildung 1.16 zeigt das Ergebnis.

```
In[1]:= Plot[x^2, {x, -1.2, 1.2},
  [stelle Funktion graphisch dar
  GridLines -> Automatic,
  [Gitternetzlinien] automatisch
  GridLinesStyle -> Dashed]
  [Stil der Gitternetzlin... gestrichelt
```

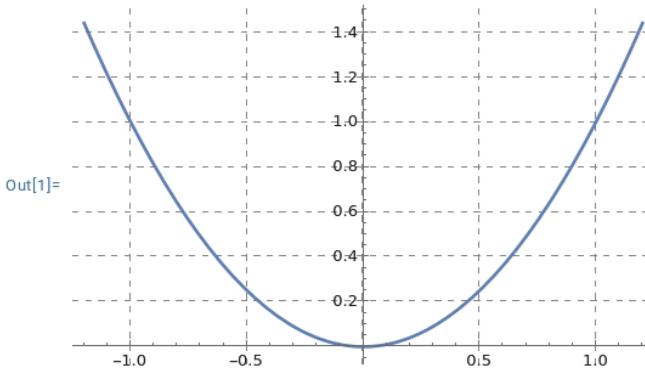


Abb. 1.16: Graph der Funktion $f(x) = x^2$

Das Diagramm zeigt den Graphen der Funktion für x-Werte von -1,2 bis +1,2. Schau dir die Formel genauer an und suche die Stelle, wo diese beiden Zahlen angegeben sind.

Du kannst die Formel verändern. Vielleicht möchtest du einen anderen Bereich für die x-Werte angeben (Abbildung 1.17).

```
In[3]:= Plot[x^2, {x, 0, 10}, GridLines -> Automatic,
  [stelle Funktion graphisch dar [Gitternetzlinien] automatisch
  GridLinesStyle -> Dashed]
  [Stil der Gitternetzlin... gestrichelt
```

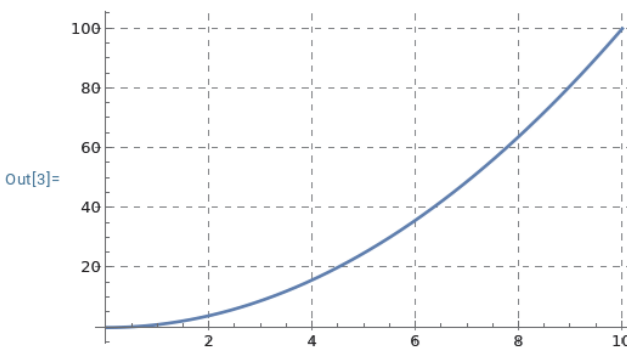


Abb. 1.17: Graph im Bereich $x = 0$ bis $x = 10$

STICHWORTVERZEICHNIS

1-Wire-Bus 259

A

Abstandsmessung 246

Adafruit 271

Alarmanlage 194

anchor 286

Animation 294

Anode 92

Anweisung

bedingte 166

Anweisungsblock 199

aplay 192, 249

Application Launch Bar 29

ARM 18

Assel 82

Asteroid 80, 83

Attribut 188

Ausdruck 140

Autosimulator 57

Autostart 251

B

background 284

Bedingung 170

Begrüßung 148

Begrüßungsautomat 252

Benutzungsoberfläche 281

Betriebssystem 20

installieren 20

Bewegung erkennen 315

Bewegungsspur 323

Bit 270

Blinklicht 179

Blinkmuster 95

Block 52

Bluetooth 101

Booten 24

borderwidth 284

Breadboard 87

Bremsverzögerung 151

Bremsweg 151

Bytecode 266

C

Callback-Funktion 252

column 291

columnspan 291

CSV-Datei 266

D

def 199

Desktop 28

Dictionary 233

Digitalisierung 104

Digitaluhr 300

Dimmer 239

Direct-to digital 259

DS18B20 260

E

Editor 138

Eingabeaufforderung 138, 149

Einkaufsliste 329

Empfohlene Software 30

Endlosschleife 179

Ente 117

Entry 288

Entscheidungsbaum 170

Entwicklungsumgebung 136

Ereignis 302

espeak 253

EVA-Prinzip 150

F

Farbe 287
 Farbmischer 288
 Farbmischung
 additive 220
 fill 286
 Flaggenalphabet 290
 Flaggensprache 290
 Font 275
 font 284
 for 218
 foreground 284
 Formel 1 57, 125
 Funknetz 30
 Funktion
 Kopf 199
 selbst definieren 198
 Funktionskopf 199

G

GPIO 90
 gpiozero 176
 Grafische Benutzeroberfläche 147

H

Hardware 328
 Hauptplatine 15
 HDMI 16
 height 284
 Hexadezimalzahl 287
 Hintergrundbild
 erstellen 73
 History 139
 Hitzesucher 279
 Hochfahren 24
 Horoskop 239
 Hostname 42

I

I²C-Bus
 Datenübertragung 270
 ID 276
 IDE 136

IDLE 136
 IDLE-Shell 138
 if-Anweisung 166
 if-else-Anweisung 167
 Image
 herunterladen 21
 image 284
 importieren 142
 Index 213
 input() 149
 Integrated Development Environment 136
 Integrierte Entwicklungsumgebung 136
 Interaktiver Modus 138
 Interpreter 138
 Iteration 218

J

Jukebox 208
 Jumper-Kabel 88
 justify 285

K

Kalorienverbrauch 208
 Kamera 311
 Kameramodul 311
 Kartenziehen 229
 Kennwort 26
 Klangdatei 192
 Klasse 176
 Kommentar 304
 konfigurieren 24
 Konstante 223
 Kontrollvariable 299
 Kostüm 54

L

Label 284
 Labyrinth 82, 84
 LAN 18
 Landung 80
 Layout-Management 285
 LED 88
 Leuchtdiode 87, 91, 92
 Scratch 93

LibreELEC 22
Lichtorgel 236
Lichtsignale 175
Lifelong Kindergarten 49
Linux 15, 38
Linux-Verzeichnisbaum 34
Liste 226
LXTerminal 38

M

Master 285
Mathematica 32
Meteor 65
Methode 178
Mikrofon
 einrichten 100
Mikro-SDHC-Karte einschieben 24
Modul 264
Modus
 interaktiver 138
Mondlandung 130
Monitor 16
MOSFET 223
Mouneten 38
Multimeter 88

N

n-Kanal 224

O

objektorientierte Programmierung 176
Ohm 88
OLED-Display 269
Operator
 Vergleichsoperator 171

P

Packer 285
padx 285
pady 285
Paralleler Prozess 116
Parameter 178
Partylicht 179

Passwort ändern 26
Photolmage 287
PIL 311
Planet 216
Pong 113
Potenz 140
Powerpack 249
print() 149
Programmverzweigung 165
Prompt 138, 149
Prozessor 17
PWM 239
Python 135
 Programm starten 146
 Projekt anlegen 143
Python Imaging Library 311

Q

QWERTZ 24

R

Radiobutton 299
range() 231
Raspberry Pi 5 17
Raspberry Pi Imager 21
Raspberry Pi OS
 installieren 22
Raspberry Pi Zero WH 19
Rastergrafik 55
Raster-Layout 285, 291
Reiter 54
Rekursion 295
relief 285
Remixen 79
round() 141
row 291
Rückruffunktion
 Callback-Funktion 252

S

Schallmesser 108
Schalter 97, 187
 Scratch 98
 testen 188

Schlüssel aus Farben 318

Scratch 50

Block 52

Farbe 61

Hintergrund 56

installieren 31

Projekt 51

Projekt hochladen 78

Registerkarte 54

Skript 53

Uhr 72

Webseite 78

Shell 138

Shell-Fenster 145

side 286

Simple Electronics 111

Skript 52, 143

SoC 17

Software

installieren 30

SOS 95

Soundkarte 104

Speicherabbild 21

Sprache ändern 26

Spracherkennung 105

SSD 19

Standardfunktion 142

Steckplatine 87, 91

Studio 78

T

Tabellenkalkulation 266

Taschenrechner 140

Tastatur 24

Tastenkombinationen 139

Temperatur 261

Temperatursensor 259, 260

Term 139, 140

text 285

Text-to-Speech 253

Thermometer 275

Tick-Modell 294

Türgong 192

Türschalter 194

U

Ultraschallsensor 243, 246, 248, 293

USB 16

USB-Memorystick 36

V

Variable

einrichten 63

Variablenname 157

Vektorgrafik 55

Verborgene Dateien

anzeigen 251

Vergleichsoperator 171

Verzweigung 166

Virtual Network Computing 42

Virtuelle Umgebung 271

VNC 42

Bildschirmauflösung 44

Vokabeln lernen 234

Vollbildmodus 302

W

Wahrheitswerte 171

Wave-Datei 249

Webseite

Programmbeispiele 14

while 172

Widerstand 87

messen 88

Pull-up 98

Widget 283

width 285

Wiederholung 172

WLAN 18

Workaround 303

Z

Zahlenfolgen 231

Zahlenraten 173

Zähler 72, 189

Zeilenumbruch 304

Zeit-Objekt 301

Zufallsfunktion 229

Zuweisung 155