

# Inhalt

Vorwort .....	17
Geleitwort von Eben Upton .....	21

## TEIL I Den Raspberry Pi kennenlernen

---

<b>1 Kauf und Inbetriebnahme .....</b>	<b>25</b>
1.1 Kauf .....	26
1.2 Raspberry-Pi-Distributionen .....	38
1.3 Installation .....	39
<b>2 Erste Schritte mit Raspberry Pi OS .....</b>	<b>43</b>
2.1 Basiskonfiguration .....	44
2.2 Der PIXEL Desktop .....	51
2.3 Wichtige Programme .....	53
2.4 WLAN-Konfiguration .....	64
2.5 Bluetooth-Konfiguration .....	65
2.6 USB-Sticks und -Festplatten .....	66
2.7 Drucker .....	67
<b>3 Arbeiten im Terminal .....</b>	<b>69</b>
3.1 Erste Experimente .....	69
3.2 Eingabeerleichterungen und Tastenkürzel .....	75
3.3 Die Bourne Again Shell (bash) .....	78
3.4 Arbeiten mit Administratorrechten (sudo) .....	84
3.5 Textdateien lesen und ändern .....	87
3.6 Verzeichnisse und Dateien .....	92
3.7 Komprimierte Dateien und Archive .....	99
3.8 Prozessverwaltung .....	103
3.9 Netzwerkkommandos .....	108

<b>4</b>	<b>Tipps &amp; Tricks</b>	111
4.1	Raspberry Pi OS Lite	111
4.2	WLAN und SSH-Servervorkonfigurieren	113
4.3	PIXEL Desktop konfigurieren	115
4.4	Screenshots erstellen	116
4.5	Mehr Farbe im Terminal	117
4.6	Visual Studio Code Remote	119
4.7	Overclocking	121
4.8	SSD statt SD (USB-Booten)	124
4.9	Notfall-Tipps	127
<b>5</b>	<b>Arbeitstechniken</b>	133
5.1	Programme installieren und verwalten	134
5.2	Updates	137
5.3	SSH	142
5.4	Fernwartung über das Remote Desktop Protocol	152
5.5	Fernwartung über VNC	155
5.6	Netzwerkverzeichnisse nutzen	156
5.7	Netzwerkverzeichnisse anbieten (Samba-Server)	162
5.8	Internetzugriff auf den Raspberry Pi	168
5.9	Programme beim Systemstart ausführen	177
5.10	Programme regelmäßig ausführen (Cron)	178
5.11	Monitor ein- und ausschalten	182
5.12	Backups erstellen	183
<b>6</b>	<b>Linux-Grundlagen</b>	189
6.1	Benutzer und Gruppen	190
6.2	Zugriffsrechte	198
6.3	Paketverwaltung	204
6.4	Verwaltung des Dateisystems	207
6.5	Netzwerkkonfiguration	214
6.6	Bluetooth	221
6.7	Systemstart	224
6.8	Systemeinstellungen in config.txt	231
6.9	Grafiksystem	237

6.10	Kernel und Module .....	239
6.11	Device Trees .....	241
<b>7</b>	<b>Ubuntu</b> .....	<b>245</b>
7.1	Installation .....	246
7.2	Desktop-Nutzung .....	247
7.3	Servereinsatz .....	251

## TEIL II Der Raspberry Pi als Media-Center und Spielekonsole

---

<b>8</b>	<b>Audioplayer mit Smartphone-Fernbedienung</b> .....	<b>255</b>
8.1	MPD-Installation und -Konfiguration .....	255
8.2	MPD-Konfigurationsvarianten .....	261
8.3	HiFiBerry .....	266
8.4	Volumio .....	269
<b>9</b>	<b>Multimedia-Center mit Kodi und LibreELEC</b> .....	<b>273</b>
9.1	Installation und Konfiguration .....	274
9.2	Kodi-Betrieb .....	282
<b>10</b>	<b>RetroPie</b> .....	<b>291</b>
10.1	Gehäuse und Controller .....	292
10.2	Installation und der erste Start .....	296
10.3	Spiele starten, speichern und laden .....	302

## TEIL III Hardware-Grundlagen

---

<b>11</b>	<b>Hardware-Einstieg</b> .....	<b>307</b>
11.1	Platinenaufbau .....	307
11.2	Der BCM2711 .....	309
11.3	GPIO-Kontakte .....	313
11.4	Stromversorgung .....	320
11.5	Gehäuse .....	329

<b>12</b>	<b>Elektrotechnik-Crashkurs</b> .....	333
12.1	Strom, Spannung und das ohmsche Gesetz .....	333
12.2	Grundsaltungen .....	335
12.3	Elektronische Grundbauteile .....	340
12.4	Das Multimeter .....	345
12.5	Breadboard oder Platine? .....	348
12.6	Löten .....	350
12.7	Breadboardadapter .....	352
<b>13</b>	<b>LEDs, Motoren und Relais</b> .....	357
13.1	Leuchtdioden (LEDs) .....	357
13.2	Optokoppler .....	375
13.3	Elektromotoren .....	377
13.4	Schrittmotoren .....	390
13.5	Servomotoren .....	400
13.6	Relais .....	405
<b>14</b>	<b>Bussysteme</b> .....	411
14.1	SPI .....	411
14.2	Der Analog-digital-Wandler MCP3008 .....	420
14.3	Der Digital-analog-Wandler MCP4811 .....	426
14.4	I <sup>2</sup> C .....	431
14.5	UART .....	440
14.6	Der Audio-Bus I <sup>2</sup> S .....	446
14.7	1-Wire .....	447
<b>15</b>	<b>Sensoren</b> .....	449
15.1	PIR-Bewegungssensor .....	449
15.2	Ultraschallsensor .....	453
15.3	Wasserstandssensor .....	456
15.4	Bodenfeuchtigkeitssensor .....	457
15.5	Temperatursensoren .....	462
15.6	Fotowiderstand .....	469
15.7	Das Multi-Analogsensor-Board PCF8591 .....	471
15.8	Raspberry Pi Camera Board und PiNoIR .....	474

15.9	Reed-Kontakt .....	490
15.10	Hardware Real-Time Clock .....	491
15.11	IR-Empfänger .....	495
15.12	Fingerabdruck-Scanner .....	497
15.13	Leitfaden für fremde Sensoren .....	505
<b>16</b>	<b>Erweiterungsboards .....</b>	<b>507</b>
16.1	Das Gertboard .....	508
16.2	Der ATmega auf dem Gertboard .....	523
16.3	Logic-Level-Converter .....	528
16.4	PiFace Digital 2 .....	529
16.5	StromPi 2 – USV und Wide-Range-Spannungsversorgung .....	534
16.6	Pimoroni Zero LiPo .....	537
16.7	GertDuino .....	538
16.8	Raspberry-Pi-HATs .....	543
16.9	Sense HAT – das Multitalent .....	549
16.10	Adafruit PWM/Servo-HAT .....	554
16.11	BrickPi .....	557
16.12	GrovePi .....	558
<b>17</b>	<b>Displays .....</b>	<b>561</b>
17.1	7-Segment-Anzeige .....	561
17.2	16× 2-LC-Display .....	564
17.3	PiTFT – der Touchscreen für den Raspberry Pi .....	569
17.4	Kfz-Rückfahrmonitore .....	573
17.5	Das offizielle Raspberry-Pi-Touchdisplay .....	577
17.6	PaPiRus – das E-Paper-Display .....	583
17.7	Weitere Displayboards .....	589

## TEIL IV Programmierung

---

<b>18</b>	<b>Python kennenlernen .....</b>	<b>593</b>
18.1	Python ausprobieren .....	594
18.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen .....	596
18.3	Eigene Scripts programmieren .....	606

<b>19</b>	<b>Python-Grundlagen</b> .....	611
19.1	Elementare Syntaxregeln .....	611
19.2	Variablen und Objekte .....	617
19.3	Operatoren .....	627
19.4	Verzweigungen (if) .....	630
19.5	Schleifen (for und while) .....	632
19.6	Zeichenketten .....	638
19.7	Listen .....	644
19.8	Umgang mit Fehlern (Exceptions) .....	647
19.9	Funktionen .....	653
19.10	Objektorientiertes Programmieren .....	663
19.11	Systemfunktionen .....	672
<b>20</b>	<b>Python-Programmierung</b> .....	675
20.1	GPIO-Zugriff mit RPi.GPIO .....	675
20.2	GPIO-Zugriff mit gpiozero .....	682
20.3	GPIO-Zugriff mit lgpio .....	685
20.4	Reset/Shutdown-Taste .....	686
20.5	Kamera .....	689
20.6	Dateien bei Dropbox hochladen .....	693
20.7	E-Mails versenden .....	695
20.8	Textdateien lesen und schreiben .....	698
20.9	Grafikprogrammierung .....	703
20.10	Grafische Benutzeroberflächen mit tkinter .....	709
20.11	matplotlib .....	722
<b>21</b>	<b>bash-Programmierung</b> .....	727
21.1	Einführung .....	727
21.2	Variablen .....	731
21.3	Schleifen, Bedingungen und Funktionen .....	737
21.4	Das Kommando raspigpio .....	747
21.5	Die Kommandos »gpiotest« und »gpiotest« .....	752
21.6	Das pinout-Kommando .....	756

<b>22</b>	<b>C-Programmierung</b> .....	757
22.1	Hello World .....	757
22.2	GPIO-Steuerung mit C .....	761
<b>23</b>	<b>Java-Programmierung</b> .....	765
23.1	Erste Schritte .....	765
23.2	GPIO-Steuerung mit Java .....	767
<b>24</b>	<b>PHP-Programmierung</b> .....	773
24.1	Apache installieren und konfigurieren .....	774
24.2	Webverzeichnisse einrichten und absichern .....	776
24.3	HTTPS .....	782
24.4	PHP installieren und konfigurieren .....	786
24.5	MariaDB installieren und administrieren .....	787
24.6	»Hello World« in PHP .....	792
24.7	GPIO-Steuerung mit PHP .....	794
24.8	Kamerafunktionen mit PHP nutzen .....	799
<b>25</b>	<b>Mathematica und die Wolfram Language</b> .....	805
25.1	Arbeiten mit Mathematica .....	806
25.2	Programmieren mit der Wolfram Language .....	812
25.3	Grafische Darstellung von Temperaturdaten .....	819

## TEIL V Projekte

---

<b>26</b>	<b>Der Raspberry Pi im Vogelhaus</b> .....	825
26.1	Einbau des Raspberry Pi samt Kameramodul in ein Vogelhaus .....	825
26.2	Kamerapaxis .....	828
26.3	Bewegungserkennung mit motion .....	831
26.4	Das Vogelhaus im praktischen Einsatz .....	835
<b>27</b>	<b>Zeitmessung mit Lichtschranken</b> .....	839
27.1	Versuchsaufbau (Hardware) .....	839
27.2	Software .....	842

<b>28</b>	<b>Das autonome Auto</b> .....	845
28.1	Hardware .....	845
28.2	Die Software .....	854
<b>29</b>	<b>RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle</b> .....	857
29.1	RFID-Hardware .....	858
29.2	Software .....	861
29.3	Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps .....	867
<b>30</b>	<b>Stromzähler auslesen</b> .....	869
30.1	Stromzähler-Grundlagen .....	869
30.2	Einführung in RRDtool .....	873
30.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten .....	878
<b>31</b>	<b>Hausautomation mit Netzwerksteckdosen</b> .....	881
31.1	Einführung .....	881
31.2	Programmierung .....	883
<b>32</b>	<b>Die Schalthebel der Nacht</b> .....	895
32.1	Vorbereitung .....	895
32.2	Der Lux-Sensor .....	896
32.3	IKEAs Trådfri-Beleuchtungssystem mit Linux steuern .....	898
32.4	Philips-Hue-Leuchten ansteuern .....	902
32.5	Lichtstärke messen, Leuchten steuern .....	905
<b>33</b>	<b>Ort und Zeit per GPS empfangen</b> .....	907
33.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry Pi .....	907
33.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi .....	915
<b>34</b>	<b>Der Raspberry Pi lernt twittern</b> .....	921
34.1	Voraussetzungen .....	921
34.2	Programmierung .....	923



<b>35</b>	<b>Klingel-Pi – der Türglockenverstärker</b> .....	929
35.1	Geräuschsensor anschließen und auswerten .....	929
<b>36</b>	<b>WLAN- und Tor-Router</b> .....	933
36.1	Einführung .....	933
36.2	WLAN-Access-Point .....	936
36.3	WLAN-Router .....	942
36.4	Tor-Router .....	950
<b>37</b>	<b>DLNA-Server</b> .....	957
37.1	Inbetriebnahme ohne Tastatur und Monitor .....	958
37.2	ReadyMedia alias miniDLNA .....	960
37.3	Read-only-Konfiguration .....	961
<b>38</b>	<b>Pi-hole (Ad-Blocker)</b> .....	963
38.1	Installation .....	964
38.2	Client-Konfiguration .....	966
38.3	Weboberfläche .....	967
<b>39</b>	<b>USB-Stick-Checker (CIRClean)</b> .....	969
39.1	CIRClean installieren und anwenden .....	970
39.2	Einschränkungen .....	972
<b>40</b>	<b>NAS mit openmediavault</b> .....	973
40.1	Voraussetzungen .....	974
40.2	Installation .....	976
40.3	Konfiguration .....	977
<b>41</b>	<b>Luftraumüberwachung</b> .....	983
41.1	Technischer Hintergrund und Hardware .....	983
41.2	Software .....	985

<b>42</b>	<b>Die Servokamera</b> .....	989
42.1	Die Hardware .....	990
42.2	Die Python-Software .....	990
42.3	Die Streaming-Software .....	992
42.4	Die Weboberfläche .....	994
42.5	Inbetriebnahme .....	995
<b>43</b>	<b>PomodoPi</b> .....	997
43.1	Der Bodenfeuchtigkeitssensor .....	997
43.2	Die Blumenampel .....	1005
43.3	Die automatische Bewässerung .....	1007
43.4	Photosynthese sichtbar machen .....	1012
<b>44</b>	<b>Wassermelder mit Handyalarm</b> .....	1015
44.1	Hardware .....	1015
44.2	Pushbullet .....	1017
44.3	IFTTT .....	1021
<b>45</b>	<b>Dicke Luft – Feinstaubmessung und Innenluftqualität</b> .....	1023
45.1	Was ist Feinstaub? .....	1023
45.2	Welcher Sensor kann PM10 und PM2.5 messen und wie funktioniert das? ....	1024
45.3	Anschauliche Grafiken im Web .....	1028
45.4	Luftqualitätssensor für den Innenraum .....	1032

## TEIL VI Raspberry Pi Pico

---

<b>46</b>	<b>Raspberry Pi Pico</b> .....	1037
46.1	Der Microcontroller RP2040 .....	1038
46.2	Der Raspberry Pi Pico .....	1039
<b>47</b>	<b>MicroPython-Programmierung</b> .....	1045
47.1	Hello MicroPython! .....	1046
47.2	Programmiertechniken .....	1051

<b>48</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Ampel</b> .....	1063
48.1	Hardware .....	1063
48.2	Software .....	1066
<b>49</b>	<b>Ultraschall-Entfernungsmessung</b> .....	1069
49.1	Ultraschallsensor anschließen und auswerten .....	1069
49.2	Ultraschallampel .....	1072
	Index .....	1075

## Materialien zum Buch

Auf der Webseite zu diesem Buch ([www.rheinwerk-verlag.de/5304](http://www.rheinwerk-verlag.de/5304)) stehen folgende Materialien für Sie zum Download bereit:

- ▶ alle Projektdateien
- ▶ alle Codebeispiele