

# Inhalt

Vorwort .....	15
Geleitwort von Eben Upton .....	20

## TEIL I    Den Raspberry Pi kennenlernen

---

<b>1    Kauf und Inbetriebnahme .....</b>	<b>23</b>
1.1   Kauf .....	23
1.2   Raspberry-Pi-Distributionen .....	37
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 .....	63
2.5   Bluetooth-Konfiguration .....	64
2.6   USB-Sticks und -Festplatten .....	65
2.7   Drucker .....	66
<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>	<b>113</b>
4.1	Raspberry Pi OS Lite	113
4.2	WLAN und SSH-Server vorkonfigurieren	116
4.3	PIXEL Desktop konfigurieren	117
4.4	Screenshots erstellen	120
4.5	Mehr Farbe im Terminal	121
4.6	Overclocking	123
4.7	USB-Booten	127
4.8	SSDs mit PCIe verwenden	131
4.9	Notfall-Tipps	135
<b>5</b>	<b>Arbeitstechniken</b>	<b>143</b>
5.1	Programme installieren und verwalten	143
5.2	Updates	147
5.3	SSH	152
5.4	Remote-Desktop-Nutzung (VNC)	160
5.5	Netzwerkverzeichnisse nutzen	166
5.6	Netzwerkverzeichnisse anbieten (Samba-Server)	171
5.7	Internetzugriff auf den Raspberry Pi	178
5.8	Programme beim Systemstart ausführen	187
5.9	Programme regelmäßig ausführen (Cron)	188
5.10	Monitor ein- und ausschalten	191
5.11	Backups erstellen	193
<b>6</b>	<b>Linux-Grundlagen</b>	<b>199</b>
6.1	Benutzer und Gruppen	200
6.2	Zugriffsrechte	207
6.3	Paketverwaltung	214
6.4	Verwaltung des Dateisystems	216
6.5	Netzwerkconfiguration	224
6.6	Bluetooth	229
6.7	Systemstart	231
6.8	Systemeinstellungen in config.txt	239
6.9	Grafiksystem	243
6.10	Kernel und Module	246
6.11	Device Trees	249

<b>7</b>	<b>Ubuntu</b>	253
7.1	Installation	253
7.2	Desktop-Nutzung	255
7.3	Servereinsatz	258

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

---

<b>8</b>	<b>Audioplayer mit Smartphone-Fernbedienung</b>	261
8.1	Musik hören mit dem Raspberry Pi	262
8.2	HiFiBerry	263
8.3	MPD-Installation und -Konfiguration	266
8.4	Volumio	274
<b>9</b>	<b>Multimedia-Center mit Kodi und LibreELEC</b>	279
9.1	Installation und Konfiguration	280
9.2	Anwendung	288
<b>10</b>	<b>RetroPie</b>	295
10.1	Gehäuse und Controller	296
10.2	Installation	300
10.3	Spiele starten, speichern und laden	306

**TEIL III    Hardware-Grundlagen**

---

<b>11</b>	<b>Hardware-Einstieg</b>	311
11.1	Platinenaufbau	311
11.2	Der BCM2712	312
11.3	GPIO-Kontakte	316
11.4	Stromversorgung	324
11.5	Gehäuse	331
<b>12</b>	<b>Elektrotechnik-Crashkurs</b>	335
12.1	Strom, Spannung und das ohmsche Gesetz	335
12.2	Grundsaltungen	337

12.3	Elektronische Grundbauteile .....	342
12.4	Das Multimeter .....	347
12.5	Breadboard oder Platine? .....	350
12.6	Löten .....	352
12.7	Breadboardadapter .....	354
<b>13</b>	<b>LEDs, Motoren und Relais .....</b>	<b>359</b>
13.1	Leuchtdioden (LEDs) .....	359
13.2	Optokoppler .....	377
13.3	Elektromotoren .....	378
13.4	Schrittmotoren .....	389
13.5	Servomotoren .....	399
13.6	Relais .....	406
13.7	Remote GPIO .....	409
<b>14</b>	<b>Bussysteme .....</b>	<b>413</b>
14.1	SPI .....	413
14.2	Der Analog-digital-Wandler MCP3008 .....	422
14.3	Der Digital-analog-Wandler MCP4811 .....	428
14.4	I <sup>2</sup> C .....	433
14.5	UART .....	441
14.6	Der Audio-Bus I <sup>2</sup> S .....	445
14.7	1-Wire .....	446
<b>15</b>	<b>Sensoren .....</b>	<b>449</b>
15.1	PIR-Bewegungssensor .....	449
15.2	Ultraschallsensor .....	453
15.3	Wasserstandssensor .....	455
15.4	Bodenfeuchtigkeitssensor .....	457
15.5	Temperatursensoren .....	462
15.6	Fotowiderstand .....	466
15.7	Das Multi-Analogsensor-Board PCF8591 .....	468
15.8	Raspberry Pi Camera Boards .....	471
15.9	Reed-Kontakt .....	483
15.10	Hardware Real-Time Clock .....	485
15.11	IR-Empfänger .....	488

15.12	Fingerabdruck-Scanner .....	490
15.13	Leitfaden für fremde Sensoren .....	498
<b>16</b>	<b>Erweiterungsboards .....</b>	<b>501</b>
16.1	StromPi – USV und Wide-Range-Spannungsversorgung .....	501
16.2	Pimoroni Zero LiPo .....	505
16.3	Raspberry-Pi-HATs .....	506
16.4	Sense HAT – das Multitalent .....	512
16.5	Adafruit PWM/Servo-HAT .....	516
<b>17</b>	<b>Displays .....</b>	<b>521</b>
17.1	7-Segment-Anzeige .....	521
17.2	16×2-LC-Display .....	524
17.3	PiTFT – der Touchscreen für den Raspberry Pi .....	526
17.4	Kfz-Rückfahrmonitore .....	530
17.5	Das offizielle Raspberry-Pi-Touchdisplay .....	534
17.6	PaPiRus – das E-Paper-Display .....	539

## TEIL IV Programmierung

---

<b>18</b>	<b>Python kennenlernen .....</b>	<b>549</b>
18.1	Python ausprobieren .....	550
18.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen .....	552
18.3	Eigene Scripts programmieren .....	562
<b>19</b>	<b>Python-Grundlagen .....</b>	<b>567</b>
19.1	Elementare Syntaxregeln .....	567
19.2	Variablen und Objekte .....	572
19.3	Operatoren .....	578
19.4	Verzweigungen (if) .....	580
19.5	Schleifen (for und while) .....	582
19.6	Zeichenketten .....	588
19.7	Listen .....	593
19.8	Umgang mit Fehlern (Exceptions) .....	597
19.9	Funktionen .....	602

19.10	Objektorientiertes Programmieren .....	612
19.11	Systemfunktionen .....	617
19.12	Externe Module installieren (pip) .....	620
<b>20</b>	<b>Python-Programmierung .....</b>	<b>623</b>
20.1	GPIO-Zugriff mit gpiozero .....	623
20.2	GPIO-Zugriff mit lgpio .....	631
20.3	GPIO-Zugriff mit rpi-lgpio .....	632
20.4	GPIO-Zugriff mit gpiod .....	634
20.5	Reset/Shutdown-Taste .....	635
20.6	Kamera .....	637
20.7	E-Mails versenden .....	642
20.8	Textdateien lesen und schreiben .....	646
20.9	Grafikprogrammierung .....	650
20.10	Grafische Benutzeroberflächen mit tkinter .....	657
20.11	matplotlib .....	669
<b>21</b>	<b>bash-Programmierung .....</b>	<b>675</b>
21.1	Einführung .....	675
21.2	Variablen .....	679
21.3	Schleifen, Bedingungen und Funktionen .....	684
21.4	GPIO-Steuerung per Kommando .....	695
21.5	GPIO-Informationen ermitteln .....	697
21.6	Die Kommandos »gpioget« und »gpioset« .....	700
21.7	Das Kommando pinctrl .....	705
<b>22</b>	<b>C-Programmierung .....</b>	<b>707</b>
22.1	Hello World .....	707
22.2	GPIO-Steuerung mit C .....	711
<b>23</b>	<b>PHP-Programmierung .....</b>	<b>715</b>
23.1	Apache installieren und konfigurieren .....	716
23.2	Webverzeichnisse einrichten und absichern .....	718
23.3	HTTPS .....	724
23.4	PHP installieren und konfigurieren .....	728

23.5	MariaDB installieren und administrieren .....	730
23.6	»Hello World« in PHP .....	735
23.7	GPIO-Steuerung mit PHP .....	737
23.8	Kamerafunktionen mit PHP nutzen .....	741
<b>24</b>	<b>Mathematica und die Wolfram Language .....</b>	<b>745</b>
24.1	Arbeiten mit Mathematica .....	746
24.2	Programmieren mit der Wolfram Language .....	752
24.3	Grafische Darstellung von Temperaturdaten .....	758

**TEIL V    Projekte**

---

<b>25</b>	<b>Der Raspberry Pi im Vogelhaus .....</b>	<b>765</b>
25.1	Einbau des Raspberry Pi samt Kameramodul in ein Vogelhaus .....	765
25.2	Kamerapraxis .....	768
25.3	Bewegungserkennung mit motion .....	771
25.4	Das Vogelhaus im praktischen Einsatz .....	774
<b>26</b>	<b>Zeitmessung mit Lichtschranken .....</b>	<b>777</b>
26.1	Versuchsaufbau (Hardware) .....	777
26.2	Programmcode .....	780
<b>27</b>	<b>Das autonome Auto .....</b>	<b>783</b>
27.1	Der Bau des Autos .....	783
27.2	Die Software .....	792
<b>28</b>	<b>RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle .....</b>	<b>795</b>
28.1	RFID-Hardware .....	796
28.2	Software .....	798
28.3	Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps .....	804
<b>29</b>	<b>Stromzähler auslesen .....</b>	<b>807</b>
29.1	Stromzähler-Grundlagen .....	807
29.2	Einführung in RRDtool .....	811
29.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten .....	816

<b>30</b>	<b>Hausautomation mit Netzwerksteckdosen .....</b>	<b>819</b>
30.1	Einführung .....	819
30.2	Programmierung .....	821
<b>31</b>	<b>Die Schalthebel der Nacht .....</b>	<b>833</b>
31.1	Vorbereitung .....	833
31.2	Der Lux-Sensor .....	834
31.3	IKEAs Trådfri-Beleuchtungssystem mit Linux steuern .....	837
31.4	Philips-Hue-Leuchten ansteuern .....	840
31.5	Lichtstärke messen, Leuchten steuern .....	843
<b>32</b>	<b>Ort und Zeit per GPS empfangen .....</b>	<b>847</b>
32.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry Pi .....	847
32.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi .....	855
<b>33</b>	<b>Klingel-Pi – der Türglockenverstärker .....</b>	<b>861</b>
33.1	Geräuschsensor anschließen .....	861
33.2	Software .....	862
<b>34</b>	<b>DLNA-Server .....</b>	<b>865</b>
34.1	Inbetriebnahme ohne Tastatur und Monitor .....	866
34.2	ReadyMedia alias miniDLNA .....	869
34.3	Read-only-Konfiguration .....	871
<b>35</b>	<b>Pi-hole (Ad-Blocker) .....</b>	<b>873</b>
35.1	Installation .....	874
35.2	Client-Konfiguration .....	877
35.3	Weboberfläche .....	878
<b>36</b>	<b>WLAN-Router .....</b>	<b>881</b>
36.1	Basiskonfiguration .....	881
36.2	Routerkonfiguration mit »nmcli« .....	882
36.3	RaspAP .....	886



<b>37</b>	<b>NAS mit openmediavault .....</b>	<b>891</b>
37.1	Voraussetzungen .....	893
37.2	Installation .....	895
37.3	Konfiguration .....	895
<b>38</b>	<b>Home Assistant .....</b>	<b>903</b>
38.1	Installation .....	904
38.2	Setup des eigenen Smart Homes .....	905
38.3	Terminal, SSH und Backups .....	916
<b>39</b>	<b>Luftraumüberwachung .....</b>	<b>919</b>
39.1	Technischer Hintergrund und Hardware .....	919
39.2	Software .....	921
<b>40</b>	<b>Die Servokamera .....</b>	<b>925</b>
40.1	Die Hardware .....	926
40.2	Die Python-Software .....	926
40.3	Die Streaming-Software .....	929
40.4	Die Weboberfläche .....	930
<b>41</b>	<b>PomodoPi .....</b>	<b>935</b>
41.1	Der Bodenfeuchtigkeitssensor .....	935
41.2	Die Blumenampel .....	943
41.3	Die automatische Bewässerung .....	945
41.4	Photosynthese sichtbar machen .....	950
<b>42</b>	<b>Wassermelder mit Handyalarm .....</b>	<b>953</b>
42.1	Hardware .....	953
42.2	Push-Benachrichtigungen mit Pushover .....	955
42.3	IFTTT .....	958
<b>43</b>	<b>Dicke Luft – Feinstaubmessung und Innenluftqualität .....</b>	<b>961</b>
43.1	Was ist Feinstaub? .....	961
43.2	Welcher Sensor kann PM10 und PM2.5 messen und wie funktioniert das? ....	962

43.3	Anschauliche Grafiken im Web .....	966
43.4	Luftqualitätssensor für den Innenraum .....	970
<b>44</b>	<b>PXE-Boot: Ohne Speicherkarte vom NAS booten .....</b>	<b>973</b>
44.1	Das NAS-System vorbereiten .....	973
44.2	Den Raspberry Pi und sein Betriebssystem vorbereiten .....	977

## TEIL VI    Raspberry Pi Pico

---

<b>45</b>	<b>Die Hardware .....</b>	<b>987</b>
45.1	Der Microcontroller RP2040 .....	988
45.2	Platinenaufbau .....	989
<b>46</b>	<b>MicroPython-Programmierung .....</b>	<b>995</b>
46.1	Hello MicroPython! .....	996
46.2	Programmiertechniken .....	1002
46.3	Pico-Webserver .....	1012
<b>47</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Ampel .....</b>	<b>1019</b>
47.1	Hardware .....	1019
47.2	Software .....	1022
<b>48</b>	<b>Ultraschall-Entfernungsmessung .....</b>	<b>1025</b>
48.1	Ultraschallsensor anschließen und auswerten .....	1025
48.2	Ultraschallampel .....	1028
	Index .....	1031