

Inhalt

Vorwort	15
Geleitwort von Eben Upton	20

TEIL I Den Raspberry Pi kennenlernen

1 Kauf und Inbetriebnahme	23
1.1 Kauf	23
1.2 Raspberry-Pi-Distributionen	37
1.3 Installation	39
2 Erste Schritte mit Raspberry Pi OS	43
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
3 Arbeiten im Terminal	69
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

4	Tipps & Tricks	113
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-Booting	127
4.8	SSDs mit PCIe verwenden	131
4.9	Notfall-Tipps	135
5	Arbeitstechniken	143
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
6	Linux-Grundlagen	199
6.1	Benutzer und Gruppen	200
6.2	Zugriffsrechte	207
6.3	Paketverwaltung	214
6.4	Verwaltung des Dateisystems	216
6.5	Netzwerkkonfiguration	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

7	Ubuntu	253
7.1	Installation	253
7.2	Desktop-Nutzung	255
7.3	Servereinsatz	258

TEIL II Der Raspberry Pi als Media-Center und Spielekonsole

8	Audioplayer mit Smartphone-Fernbedienung	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
9	Multimedia-Center mit Kodi und LibreELEC	279
9.1	Installation und Konfiguration	280
9.2	Anwendung	288
10	RetroPie	295
10.1	Gehäuse und Controller	296
10.2	Installation	300
10.3	Spiele starten, speichern und laden	306

TEIL III Hardware-Grundlagen

11	Hardware-Einstieg	311
11.1	Platinenaufbau	311
11.2	Der BCM2712	312
11.3	GPIO-Kontakte	316
11.4	Stromversorgung	324
11.5	Gehäuse	331
12	Elektrotechnik-Crashkurs	335
12.1	Strom, Spannung und das ohmsche Gesetz	335
12.2	Grundschaltungen	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
13	LEDs, Motoren und Relais	359
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
14	Bussysteme	413
14.1	SPI	413
14.2	Der Analog-digital-Wandler MCP3008	422
14.3	Der Digital-analog-Wandler MCP4811	428
14.4	I ² C	433
14.5	UART	441
14.6	Der Audio-Bus I ² S	445
14.7	1-Wire	446
15	Sensoren	449
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
16	Erweiterungsboards	501
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
17	Displays	521
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

18	Python kennenlernen	549
18.1	Python ausprobieren	550
18.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen	552
18.3	Eigene Scripts programmieren	562
19	Python-Grundlagen	567
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
20	Python-Programmierung	623
20.1	GPIO-Zugriff mit gpizero	623
20.2	GPIO-Zugriff mit Igpio	631
20.3	GPIO-Zugriff mit rpi-Iglio	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
21	bash-Programmierung	675
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
22	C-Programmierung	707
22.1	Hello World	707
22.2	GPIO-Steuerung mit C	711
23	PHP-Programmierung	715
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
24	Mathematica und die Wolfram Language	745
24.1	Arbeiten mit Mathematica	746
24.2	Programmieren mit der Wolfram Language	752
24.3	Grafische Darstellung von Temperaturdaten	758

TEIL V Projekte

25	Der Raspberry Pi im Vogelhaus	765
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
26	Zeitmessung mit Lichtschranken	777
26.1	Versuchsaufbau (Hardware)	777
26.2	Programmcode	780
27	Das autonome Auto	783
27.1	Der Bau des Autos	783
27.2	Die Software	792
28	RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle	795
28.1	RFID-Hardware	796
28.2	Software	798
28.3	Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps	804
29	Stromzähler auslesen	807
29.1	Stromzähler-Grundlagen	807
29.2	Einführung in RRDtool	811
29.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten	816

30	Hausautomation mit Netzwerksteckdosen	819
30.1	Einführung	819
30.2	Programmierung	821
31	Die Schaltebel der Nacht	833
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
32	Ort und Zeit per GPS empfangen	847
32.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry Pi	847
32.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi	855
33	Klingel-Pi – der Türglockenverstärker	861
33.1	Geräuschsensor anschließen	861
33.2	Software	862
34	DLNA-Server	865
34.1	Inbetriebnahme ohne Tastatur und Monitor	866
34.2	ReadyMedia alias miniDLNA	869
34.3	Read-only-Konfiguration	871
35	Pi-hole (Ad-Blocker)	873
35.1	Installation	874
35.2	Client-Konfiguration	877
35.3	Weboberfläche	878
36	WLAN-Router	881
36.1	Basiskonfiguration	881
36.2	Routerkonfiguration mit »nmcli«	882
36.3	RaspAP	886

37	NAS mit openmediavault	891
37.1	Voraussetzungen	893
37.2	Installation	895
37.3	Konfiguration	895
38	Home Assistant	903
38.1	Installation	904
38.2	Setup des eigenen Smart Homes	905
38.3	Terminal, SSH und Backups	916
39	Luftraumüberwachung	919
39.1	Technischer Hintergrund und Hardware	919
39.2	Software	921
40	Die Servokamera	925
40.1	Die Hardware	926
40.2	Die Python-Software	926
40.3	Die Streaming-Software	929
40.4	Die Weboberfläche	930
41	PomodoPi	935
41.1	Der Bodenfeuchtigkeitssensor	935
41.2	Die Blumenampel	943
41.3	Die automatische Bewässerung	945
41.4	Photosynthese sichtbar machen	950
42	Wassermelder mit Handyalarm	953
42.1	Hardware	953
42.2	Push-Benachrichtigungen mit Pushover	955
42.3	IFTTT	958
43	Dicke Luft – Feinstaubmessung und Innenluftqualität	961
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
44	PXE-Boot: Ohne Speicherkarte vom NAS booten	973
44.1	Das NAS-System vorbereiten	973
44.2	Den Raspberry Pi und sein Betriebssystem vorbereiten	977

TEIL VI Raspberry Pi Pico

45	Die Hardware	987
45.1	Der Microcontroller RP2040	988
45.2	Platinenaufbau	989
46	MicroPython-Programmierung	995
46.1	Hello MicroPython!	996
46.2	Programmiertechniken	1002
46.3	Pico-Webserver	1012
47	CO₂-Ampel	1019
47.1	Hardware	1019
47.2	Software	1022
48	Ultraschall-Entfernungsmessung	1025
48.1	Ultraschallsensor anschließen und auswerten	1025
48.2	Ultraschallampel	1028
Index	1031	