

Auf einen Blick

TEIL I

Den Raspberry Pi kennenlernen 23

TEIL II

Der Raspberry Pi als Media-Center und Spielekonsole 253

TEIL III

Hardware-Grundlagen 305

TEIL IV

Programmierung 591

TEIL V

Projekte 823

TEIL VI

Raspberry Pi Pico 1035

Inhalt

Vorwort	17
Geleitwort von Eben Upton	21

TEIL I Den Raspberry Pi kennenlernen

1 Kauf und Inbetriebnahme	25
1.1 Kauf	26
1.2 Raspberry-Pi-Distributionen	38
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	64
2.5 Bluetooth-Konfiguration	65
2.6 USB-Sticks und -Festplatten	66
2.7 Drucker	67
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	111
4.1	Raspberry Pi OS Lite	111
4.2	WLAN und SSH-Server vorkonfigurieren	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-Bootimg)	124
4.9	Notfall-Tipps	127
5	Arbeitstechniken	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
6	Linux-Grundlagen	189
6.1	Benutzer und Gruppen	190
6.2	Zugriffsrechte	198
6.3	Paketverwaltung	204
6.4	Verwaltung des Dateisystems	207
6.5	Netzwerkconfiguration	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
7	Ubuntu	245
7.1	Installation	246
7.2	Desktop-Nutzung	247
7.3	Servereinsatz	251

TEIL II Der Raspberry Pi als Media-Center und Spielekonsole

8	Audioplayer mit Smartphone-Fernbedienung	255
8.1	MPD-Installation und -Konfiguration	255
8.2	MPD-Konfigurationsvarianten	261
8.3	HiFiBerry	266
8.4	Volumio	269
9	Multimedia-Center mit Kodi und LibreELEC	273
9.1	Installation und Konfiguration	274
9.2	Kodi-Betrieb	282
10	RetroPie	291
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

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

12	Elektrotechnik-Crashkurs	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
13	LEDs, Motoren und Relais	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
14	Bussysteme	411
14.1	SPI	411
14.2	Der Analog-digital-Wandler MCP3008	420
14.3	Der Digital-analog-Wandler MCP4811	426
14.4	I ² C	431
14.5	UART	440
14.6	Der Audio-Bus I ² S	446
14.7	1-Wire	447
15	Sensoren	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
16	Erweiterungsboards	507
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
17	Displays	561
17.1	7-Segment-Anzeige	561
17.2	16x2-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

18	Python kennenlernen	593
18.1	Python ausprobieren	594
18.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen	596
18.3	Eigene Scripts programmieren	606

19	Python-Grundlagen	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
20	Python-Programmierung	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
21	bash-Programmierung	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 »gpioget« und »gpioset«	752
21.6	Das pinout-Kommando	756

22	C-Programmierung	757
22.1	Hello World	757
22.2	GPIO-Steuerung mit C	761
23	Java-Programmierung	765
23.1	Erste Schritte	765
23.2	GPIO-Steuerung mit Java	767
24	PHP-Programmierung	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
25	Mathematica und die Wolfram Language	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

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

28	Das autonome Auto	845
28.1	Hardware	845
28.2	Die Software	854
29	RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle	857
29.1	RFID-Hardware	858
29.2	Software	861
29.3	Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps	867
30	Stromzähler auslesen	869
30.1	Stromzähler-Grundlagen	869
30.2	Einführung in RRDtool	873
30.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten	878
31	Hausautomation mit Netzwerksteckdosen	881
31.1	Einführung	881
31.2	Programmierung	883
32	Die Schalthebel der Nacht	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
33	Ort und Zeit per GPS empfangen	907
33.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry Pi	907
33.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi	915
34	Der Raspberry Pi lernt twittern	921
34.1	Voraussetzungen	921
34.2	Programmierung	923

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

42	Die Servokamera	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
43	PomodoPi	997
43.1	Der Bodenfeuchtigkeitssensor	997
43.2	Die Blumenampel	1005
43.3	Die automatische Bewässerung	1007
43.4	Photosynthese sichtbar machen	1012
44	Wassermelder mit Handyalarm	1015
44.1	Hardware	1015
44.2	Pushbullet	1017
44.3	IFTTT	1021
45	Dicke Luft – Feinstaubmessung und Innenluftqualität	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

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

48	CO₂-Ampel	1063
48.1	Hardware	1063
48.2	Software	1066
49	Ultraschall-Entfernungsmessung	1069
49.1	Ultraschallsensor anschließen und auswerten	1069
49.2	Ultraschallampel	1072
	Index	1075