

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

---

# Raspberry-Pi-Kochbuch

*Simon Monk*

*Deutsche Übersetzung von Peter Klicman*

**O'REILLY®**

Simon Monk

Lektorat: Dr. Michael Barabas

Übersetzung: Peter Klicmann

Aktualisierungen: Maik Schmidt

Korrektur: Ursula Zimpfer

Satz: III-satz, [www.drei-satz.de](http://www.drei-satz.de)

Herstellung: Susanne Bröckelmann

Umschlaggestaltung: Michael Oréal, [www.oreal.de](http://www.oreal.de)

Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-96009-033-5

PDF 978-3-96088-115-1

ePub 978-3-96088-116-2

mobi 978-3-96088-117-9

2. Auflage 2017

Dieses Buch erscheint in Kooperation mit O'Reilly Media, Inc. unter dem Imprint »O'REILLY«. O'REILLY ist ein Markenzeichen und eine eingetragene Marke von O'Reilly Media, Inc. und wird mit Einwilligung des Eigentümers verwendet.

Copyright © 2017 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Authorized German translation of the English edition of Raspberry Pi Cookbook, 2nd Edition,

ISBN 9781491939109 © 2016 Simon Monk

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Die Informationen in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Autoren und Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für eventuell verbliebene Fehler und deren Folgen. Alle Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt und sind möglicherweise eingetragene Warenzeichen. Der Verlag richtet sich im Wesentlichen nach den Schreibweisen der Hersteller. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten einschließlich der Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Kommentare und Fragen können Sie gerne an uns richten:

5 4 3 2 1 0

---

# Inhalt

<b>Vorwort zur zweiten Auflage</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1 Setup und Betrieb</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ein Raspberry-Pi-Modell wählen .....	1
1.2 Ein Gehäuse für den Raspberry Pi .....	3
1.3 Auswahl eines Netzteils .....	4
1.4 Eine Betriebssystem-Distribution wählen .....	6
1.5 Eine MicroSD-Karte mit NOOBS beschreiben .....	7
1.6 Das System anschließen .....	10
1.7 Einen DVI- oder VGA-Monitor anschließen .....	11
1.8 Einen Composite-Monitor oder Fernseher verwenden .....	12
1.9 Die Bildgröße auf Ihrem Monitor anpassen .....	13
1.10 Die Leistung maximieren .....	15
1.11 Das Passwort ändern .....	17
1.12 Den Pi direkt in ein Terminal booten .....	18
1.13 Den Raspberry Pi herunterfahren .....	19
1.14 Ein Raspberry-Pi-Kameramodul installieren .....	21
1.15 Bluetooth nutzen .....	23
<b>2 Vernetzung</b> .....	<b>27</b>
2.1 Kabelgebundener Anschluss an ein Netzwerk .....	27
2.2 Die IP-Adresse ermitteln .....	29
2.3 Eine statische IP-Adresse einstellen .....	31
2.4 Den Netzwerknamen eines Raspberry Pi einstellen .....	33
2.5 Eine WLAN-Verbindung einrichten .....	34
2.6 Anschluss per Konsolenkabel .....	36
2.7 Den Pi entfernt über SSH steuern .....	39
2.8 Den Pi entfernt per VNC steuern .....	41
2.9 Den Pi entfernt per RDP steuern .....	42
2.10 Filesharing in einem Mac-Netzwerk .....	44

2.11	Den Pi-Screen auf dem Mac nutzen .....	46
2.12	Einen Raspberry Pi als NAS (Network Attached Storage) nutzen .....	47
2.13	Im Netzwerk drucken .....	50
<b>3</b>	<b>Betriebssystem .....</b>	<b>53</b>
3.1	Dateien grafisch verschieben .....	53
3.2	Eine Terminal-Session starten .....	54
3.3	In einem Terminal durch das Dateisystem navigieren .....	55
3.4	Dateien oder Ordner kopieren .....	59
3.5	Dateien oder Ordner umbenennen .....	60
3.6	Eine Datei editieren .....	61
3.7	Den Inhalt einer Datei ansehen .....	63
3.8	Eine Datei ohne Editor erzeugen .....	64
3.9	Ein Verzeichnis anlegen .....	64
3.10	Dateien oder Verzeichnisse löschen .....	65
3.11	Befehle mit Superuser-Rechten ausführen .....	66
3.12	Dateizugriffsrechte verstehen .....	67
3.13	Dateizugriffsrechte ändern .....	69
3.14	Den Eigentümer einer Datei ändern .....	70
3.15	Einen Screenshot erzeugen .....	71
3.16	Software installieren mit apt-get .....	72
3.17	Installierte Software mit apt-get löschen .....	73
3.18	Python-Pakete per pip installieren .....	74
3.19	Dateien über die Kommandozeile herunterladen .....	75
3.20	Quellcode mit Git herunterladen .....	76
3.21	Ein Programm oder Skript beim Booten automatisch ausführen .....	76
3.22	Ein Programm oder Skript beim Booten automatisch als Service ausführen .....	77
3.23	Ein Programm oder Skript in regelmäßigen Abständen automatisch ausführen .....	79
3.24	Das Verzeichnissystem durchsuchen .....	80
3.25	Die Kommandozeilen-Historie nutzen .....	81
3.26	Die Prozessoraktivität überwachen .....	83
3.27	Mit Archivdateien arbeiten .....	85
3.28	Angeschlossene USB-Geräte auflisten .....	86
3.29	Ausgaben der Befehlszeile in eine Datei umleiten .....	86
3.30	Dateien verketteten .....	87
3.31	Pipes nutzen .....	88
3.32	Die Ausgabe im Terminal unterbinden .....	89
3.33	Programme im Hintergrund ausführen .....	89

3.34	Befehls-Aliase anlegen . . . . .	90
3.35	Datum und Uhrzeit setzen . . . . .	91
3.36	Freien Speicherplatz auf der SD-Karte ermitteln . . . . .	92
<b>4</b>	<b>Software . . . . .</b>	<b>93</b>
4.1	Ein Mediacenter einrichten . . . . .	93
4.2	Office-Software auf dem Raspi nutzen . . . . .	95
4.3	Andere Browser installieren . . . . .	96
4.4	Einen Webcam-Server einrichten . . . . .	97
4.5	Einen Emulator für klassische Spielekonsolen ausführen . . . . .	100
4.6	Minecraft Pi Edition ausführen . . . . .	101
4.7	Einen Minecraft-Server ausführen . . . . .	103
4.8	Raspberry-Pi-Radiosender . . . . .	105
4.9	GIMP ausführen . . . . .	107
4.10	Internetradio . . . . .	108
<b>5</b>	<b>Python-Grundlagen . . . . .</b>	<b>111</b>
5.1	Zwischen Python 2 und Python 3 wählen . . . . .	111
5.2	Python-Programme mit IDLE editieren . . . . .	112
5.3	Die Python-Konsole nutzen . . . . .	114
5.4	Python-Programme über das Terminal ausführen . . . . .	115
5.5	Variablen . . . . .	117
5.6	Werte ausgeben . . . . .	117
5.7	Benutzereingaben einlesen . . . . .	118
5.8	Arithmetik . . . . .	119
5.9	Strings erzeugen . . . . .	120
5.10	Strings verketteten (verbinden) . . . . .	121
5.11	Zahlen in Strings umwandeln . . . . .	121
5.12	Strings in Zahlen umwandeln . . . . .	122
5.13	Die Länge eines Strings bestimmen . . . . .	123
5.14	Die Position eines Strings in einem anderen String suchen . . . . .	124
5.15	Einen Teilstring extrahieren . . . . .	124
5.16	Einen Teilstring durch einen anderen ersetzen . . . . .	125
5.17	Einen String in Groß- oder Kleinbuchstaben umwandeln . . . . .	126
5.18	Befehle bedingt ausführen . . . . .	127
5.19	Werte vergleichen . . . . .	128
5.20	Logische Operatoren . . . . .	129
5.21	Anweisungen genau x-mal ausführen . . . . .	130
5.22	Befehle wiederholen, bis sich eine Bedingung ändert . . . . .	131
5.23	Aus einer Schleife ausbrechen . . . . .	132
5.24	Eine Funktion in Python definieren . . . . .	132

<b>6</b>	<b>Python-Listen und -Dictionaries</b>	<b>135</b>
6.1	Eine Liste erzeugen	135
6.2	Auf Elemente einer Liste zugreifen	136
6.3	Die Länge einer Liste ermitteln	137
6.4	Elemente zu einer Liste hinzufügen	137
6.5	Elemente aus einer Liste entfernen	138
6.6	Eine Liste durch Parsing eines Strings erzeugen	139
6.7	Iteration über eine Liste	140
6.8	Eine Liste durchzählen	140
6.9	Eine Liste sortieren	141
6.10	Eine Liste zerlegen	142
6.11	Eine Funktion auf eine Liste anwenden	143
6.12	Ein Dictionary anlegen	144
6.13	Auf ein Dictionary zugreifen	145
6.14	Elemente aus einem Dictionary entfernen	146
6.15	Iteration über Dictionaries	147
<b>7</b>	<b>Python für Fortgeschrittene</b>	<b>149</b>
7.1	Zahlen formatieren	149
7.2	Datum & Uhrzeit formatieren	150
7.3	Mehrere Werte zurückliefern	151
7.4	Eine Klasse definieren	152
7.5	Eine Methode definieren	153
7.6	Vererbung	154
7.7	In eine Datei schreiben	155
7.8	Aus einer Datei lesen	156
7.9	Pickling	157
7.10	Ausnahmebehandlung	158
7.11	Module nutzen	160
7.12	Zufallszahlen	161
7.13	Webanfragen aus Python versenden	162
7.14	Kommandozeilenargumente in Python	163
7.15	Linux-Befehle aus Python heraus ausführen	164
7.16	E-Mail aus Python heraus versenden	165
7.17	Einen einfachen Webserver in Python entwickeln	166
7.18	Mehrere Dinge gleichzeitig tun	168
7.19	Nichts tun mit Python	169
7.20	Python mit der Minecraft Pi Edition nutzen	170
<b>8</b>	<b>Computer Vision</b>	<b>173</b>
8.1	SimpleCV installieren	173
8.2	Eine USB-Kamera für Computer Vision einrichten	174

8.3	Das Raspberry-Pi-Kameramodul für Computer Vision nutzen	176
8.4	Münzen zählen	177
8.5	Gesichtserkennung	182
8.6	Bewegungserkennung	183
8.7	Optische Zeichenerkennung	186
<b>9</b>	<b>GPIO-Grundlagen</b>	<b>187</b>
9.1	Den GPIO-Anschluss verstehen	187
9.2	Den Raspberry Pi bei der Arbeit mit dem GPIO-Anschluss schützen	190
9.3	I2C einrichten	191
9.4	Die I2C-Tools nutzen	194
9.5	SPI einrichten	195
9.6	PySerial installieren, um aus Python heraus auf den seriellen Port zuzugreifen	196
9.7	Minicom zum Testen des seriellen Ports installieren	197
9.8	Ein Steckbrett mit Schaltdrähten nutzen	198
9.9	Ein Steckbrett mit einem Pi-Cobbler nutzen	199
9.10	Einen Raspberry Squid nutzen	201
9.11	Einen Raspberry-Pi-Squid-Button nutzen	203
9.12	5-V-Signale mit zwei Widerständen in 3,3V umwandeln	205
9.13	5-V-Signale mit einem Pegelwandler-Modul in 3,3V umwandeln	206
9.14	Den Raspberry Pi mit Batterien betreiben	207
9.15	Einen Raspberry Pi mit einem LiPo-Akku betreiben	209
9.16	Erste Schritte mit dem Sense HAT	211
9.17	Erste Schritte mit dem Explorer HAT Pro	213
9.18	Erste Schritte mit dem RasPiRobot-Board	214
9.19	Erste Schritte mit einem Pi-Plate-Prototyping-Board	216
9.20	Ein HAT-Modul (Hardware At Top) entwickeln	221
9.21	Das Pi Compute Module	224
9.22	Der Pi Zero	225
<b>10</b>	<b>Hardware steuern</b>	<b>227</b>
10.1	Eine LED anschließen	227
10.2	Die GPIO-Pins in sicherem Zustand verlassen	230
10.3	Die Helligkeit einer LED steuern	231
10.4	Einen Summton erzeugen	233
10.5	Hochleistungs-Gleichstromgeräte mit einem Transistor schalten	235
10.6	Ein Hochleistungsgerät mit einem Relais schalten	237
10.7	Ein Hochspannungs-Wechselstromgerät steuern	240

10.8	Eine Benutzerschnittstelle zum Ein- und Ausschalten von Komponenten . . . . .	241
10.9	Eine Benutzerschnittstelle für die PWM-Steuerung von LEDs und Motoren . . . . .	243
10.10	Die Farbe einer RGB-LED ändern . . . . .	245
10.11	Mit vielen LEDs arbeiten (Charlieplexing) . . . . .	247
10.12	Ein Analoginstrument als Anzeige nutzen . . . . .	250
10.13	Mit Interrupts programmieren . . . . .	252
<b>11</b>	<b>Motoren . . . . .</b>	<b>257</b>
11.1	Servomotoren steuern . . . . .	257
11.2	Servomotoren präzise steuern . . . . .	261
11.3	Eine große Anzahl von Servomotoren steuern . . . . .	264
11.4	Die Geschwindigkeit eines Gleichstrommotors steuern . . . . .	267
11.5	Die Drehrichtung eines Gleichstrommotors steuern . . . . .	269
11.6	Einen unipolaren Schrittmotor nutzen . . . . .	274
11.7	Einen bipolaren Schrittmotor nutzen . . . . .	278
11.8	Einen bipolaren Schrittmotor mit einem Schrittmotor-HAT steuern . . . . .	280
11.9	Ein RasPiRobot-Board zur Steuerung eines bipolaren Schrittmotors nutzen . . . . .	283
11.10	Einen einfachen Robot-Rover bauen . . . . .	285
<b>12</b>	<b>Digitale Eingänge . . . . .</b>	<b>289</b>
12.1	Einen Taster anschließen . . . . .	289
12.2	Etwas per Taster umschalten . . . . .	292
12.3	Einen Wipp- oder Schiebeschalter nutzen . . . . .	294
12.4	Einen Drei-Wege-Schalter nutzen . . . . .	295
12.5	Eine Taste entprellen . . . . .	298
12.6	Einen externen Pull-up-Widerstand nutzen . . . . .	300
12.7	Einen Drehgeber nutzen . . . . .	301
12.8	Eine Matrixtastatur nutzen . . . . .	304
12.9	Bewegungen erkennen . . . . .	308
12.10	Den Raspberry Pi um GPS erweitern . . . . .	309
12.11	Tastendruck abfangen . . . . .	313
12.12	Bewegungen der Maus abfangen . . . . .	315
12.13	Eine Echtzeituhr nutzen . . . . .	316
<b>13</b>	<b>Sensoren . . . . .</b>	<b>321</b>
13.1	Ohmsche Widerstände nutzen . . . . .	321
13.2	Licht messen . . . . .	326
13.3	Temperatur mit Thermistor messen . . . . .	329



13.4	Methan erkennen .....	332
13.5	Eine Spannung messen .....	335
13.6	Spannungen zu Messzwecken reduzieren .....	337
13.7	Ohmsche Sensoren mit einem A/D-Wandler nutzen .....	339
13.8	Temperatur mit einem A/D-Wandler messen .....	341
13.9	Die CPU-Temperatur des Raspberry Pi messen .....	343
13.10	Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck mit einem Sense HAT messen .....	345
13.11	Temperatur messen per digitalem Sensor .....	347
13.12	Beschleunigung messen .....	349
13.13	Die IMU des Sense HAT nutzen .....	353
13.14	Den magnetischen Norden mit dem Sense HAT bestimmen .....	355
13.15	Magneten mit einem Reedschalter aufspüren .....	356
13.16	Magneten mit dem Sense HAT aufspüren .....	357
13.17	Entfernungen messen .....	358
13.18	Berührungssensoren nutzen .....	361
13.19	Sensorwerte ausgeben .....	363
13.20	Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk speichern .....	365
<b>14</b>	<b>Displays .....</b>	<b>369</b>
14.1	Ein vierstelliges LED-Display nutzen .....	369
14.2	Nachrichten auf einer I2C-LED-Matrix ausgeben .....	371
14.3	Das Matrix-Display des Sense HAT nutzen .....	374
14.4	Nachrichten auf einem alphanumerischen LCD HAT ausgeben .....	376
14.5	Nachrichten auf einem alphanumerischen LC-Display ausgeben .....	378
14.6	Ein grafisches OLED-Display nutzen .....	382
14.7	Adressierbare RGB-LED-Streifen nutzen .....	384
<b>15</b>	<b>Das Internet der Dinge .....</b>	<b>389</b>
15.1	GPIO-Ausgänge über eine Webschnittstelle steuern .....	389
15.2	Sensorwerte auf einer Webseite ausgeben .....	395
15.3	E-Mails und andere Nachrichten per IFTTT versenden .....	398
15.4	Tweets senden per ThinkSpeak .....	402
15.5	CheerLights .....	404
15.6	Sensordaten an ThingSpeak senden .....	406
15.7	Mit Dweet und IFTTT auf Tweets reagieren .....	408

<b>16</b>	<b>Arduino und Raspberry Pi</b> .....	<b>413</b>
16.1	Einen Arduino per Raspberry Pi programmieren .....	414
16.2	Mit dem Arduino über den seriellen Monitor kommunizieren .....	416
16.3	PyFirmata einrichten und einen Arduino von einem Raspberry Pi steuern .....	418
16.4	Digitale Ausgänge des Arduino vom Raspberry Pi steuern ..	421
16.5	PyFirmata mit der seriellen Schnittstelle (TTL-Pegel) nutzen .....	423
16.6	Digitale Eingänge des Arduino mit PyFirmata einlesen .....	425
16.7	Analoge Eingänge des Arduino mit PyFirmata einlesen .....	427
16.8	Digitale Ausgänge (PWM) mit PyFirmata nutzen .....	429
16.9	Einen Servo mit PyFirmata steuern .....	431
16.10	Maßgeschneiderte serielle Kommunikation mit dem Arduino .....	433
16.11	Maßgeschneiderte Kommunikation mit dem Arduino über I2C .....	437
16.12	Kleine Arduinos mit dem Raspberry Pi nutzen .....	441
16.13	Erste Schritte mit dem aLaMode-Board und einem Raspberry Pi .....	443
16.14	Ein Arduino-Shield mit einem aLaMode-Board und einem Raspberry Pi nutzen .....	446
<b>A</b>	<b>Teile und Lieferanten</b> .....	<b>449</b>
<b>B</b>	<b>Pin-Belegungen</b> .....	<b>455</b>
	<b>Index</b> .....	<b>457</b>