

Inhalt

Vorwort	35
---------------	----

TEIL I Den Raspberry Pi kennenlernen

1	Kauf und Inbetriebnahme	41
1.1	Kauf	42
	Raspberry-Pi-Modelle	42
	Von Äpfel und Birnen, Himbeeren und Bananen	45
	Anschlüsse	46
	Netzteil	48
	SD-Karte	49
	Gehäuse	50
	Tastatur und Maus	50
	USB-Hub	51
	Stromversorgung per USB-Hub	51
	WLAN- und Bluetooth-Adapter	53
	Was Sie sonst noch brauchen	53
1.2	NOOBS-Installation	54
	Raspberry-Pi-Distributionen	54
	SD-Karte formatieren	56
	USB-SD-Card-Reader	57
	NOOBS	58
	NOOBS-VNC-Installation	61
1.3	Image-Datei auf eine SD-Karte schreiben	62
	Image-Dateien herunterladen	63
	Image-Datei unter Windows auf eine SD-Karte übertragen	63
	Image-Datei unter OS X auf eine SD-Karte übertragen	64
	Image-Datei unter Linux auf eine SD-Karte übertragen	66
	Distributionspezifische Installationsprogramme	67

1.4	Installation auf einen USB-Stick (für Fortgeschrittene)	68
	Vor- und Nachteile	68
	USB-Stick vorbereiten	69
	SD-Karte vorbereiten	69
	Systempartition vergrößern	70
2	Erste Schritte in Raspbian	75
2.1	Das Konfigurationsprogramm raspi-config	75
	Expand Filesystem	76
	Change User Password	76
	Enable Boot to Desktop/Scratch	76
	Internationalisation Options	77
	Enable Camera	78
	Add to Rastrack	78
	Overclock	78
	Advanced Options	79
	Neustart	80
2.2	Ein- und Ausschalten	80
	Wenn der Raspberry Pi abstürzt	81
2.3	Die Benutzeroberfläche LXDE	81
	Icons	82
	Das Panel	83
	Programme starten	84
	Konfiguration	84
	Tastenkürzel	85
	Bildschirmschoner	87
2.4	Wichtige Programme	88
	Die Icon-Galerie des Raspbian-Desktops	88
	Der Dateimanager	90
	LXTerminal	91
	Leafpad und Gedit (Editoren)	93
	Firefox und Thunderbird, Chromium und Claws Mail	94
	Bild- und PDF-Viewer	96
	Audio- und Video-Player	97
	Textverarbeitung und Tabellenkalkulation	98
	Screenshots	99

2.5	WLAN-Konfiguration	100
2.6	Bluetooth-Konfiguration	103
2.7	USB-Sticks und -Festplatten	104
2.8	Drucker	105
3	Arbeiten im Terminal	107
3.1	Erste Experimente	107
	Dateien und Verzeichnisse	108
	Zugriff auf Systemdateien	108
	Hardware-Tests	109
	vcgencmd	110
	Software-Verwaltung	110
	Freien Speicherplatz ermitteln	111
	Online-Hilfe	112
3.2	Eingabeerleichterungen und Tastenkürzel	113
	alias-Abkürzungen definieren	115
	Textkonsolen	115
3.3	Farbspiele	116
	Den Prompt individuell einrichten	116
	ls-Farben	117
3.4	Die Bourne Again Shell (bash)	118
	Jokerzeichen	119
	Ein- und Ausgabeumleitung	120
	Kommandos im Hintergrund ausführen	121
	Mehrere Kommandos ausführen	121
	Rechnen in der bash	123
	Umgebungsverhalten	123
3.5	Arbeiten mit Administratorrechten (sudo)	124
	sudo-Anwendung	125
	sudo-Konfiguration	125
3.6	Textdateien lesen und ändern	127
	cat und less	127
	tail	128
	grep	128

Texteditoren	129
nano	130
Vi	131
jmacs	132
3.7 Verzeichnisse und Dateien	133
Verzeichnisse	133
Linux-Verzeichnisbaum	134
Dateien auflisten	135
Verborgene Dateien und Verzeichnisse sichtbar machen	136
Dateien suchen	137
Textdateien inhaltlich durchsuchen	138
Dateien kopieren, verschieben und löschen	138
Links	139
3.8 Komprimierte Dateien und Archive	140
Komprimieren und dekomprimieren	141
TAR-Archive	142
ZIP-Archive	143
3.9 Prozessverwaltung	143
Liste aller laufenden Prozesse	144
Prozesshierarchie	146
Prozesse abbrechen	147
Prozesspriorität einstellen	147
Systemdienste steuern	148
3.10 Netzwerkkommandos	149
Netzwerkstatus ermitteln	149
Dateien per FTP und HTTP übertragen	151
4 Arbeitstechniken	153
4.1 Programme installieren und verwalten	154
Programme bzw. Pakete installieren	154
Programme bzw. Pakete entfernen	155
Informationen über Pakete ermitteln	155
4.2 Updates	157
Raspbian aktualisieren	157
Firmware- und Kernel-Updates	158

4.3	SSH	161
	Voraussetzungen auf dem Raspberry Pi	161
	Voraussetzungen auf Ihrem Arbeitsrechner	162
	SSH anwenden	162
	Grafikprogramme ausführen	164
	SSH-Login mit Schlüsseln statt Passwörtern	165
	SSH-Login nach einer Raspberry-Pi-Neuinstallation	165
	Dateien kopieren mit scp	167
	Zugriff auf das Raspberry-Pi-Dateisystem im Dateimanager	168
	Die Kommandos ssh und scp auf dem Raspberry Pi nutzen	168
4.4	VNC	169
	Erste Tests	169
	VNC-Viewer unter Windows	170
	VNC-Viewer unter OS X	171
	VNC-Viewer unter Linux	172
	Start des VNC-Servers automatisieren	172
	VNC über einen SSH-Tunnel	175
4.5	Netzwerkverzeichnisse nutzen	176
	Grundlagen	177
	Beispiele	179
	Verzeichnisse dauerhaft einbinden (/etc/fstab)	181
4.6	Netzwerkverzeichnisse anbieten (Samba-Server)	182
	Samba-Installation, Defaultkonfiguration	183
	Ein Verzeichnis mit Passwortschutz freigeben	185
	Freigabe testen	186
	Weitere Verzeichnisse freigeben	187
	Ein Verzeichnis ohne Passwortschutz freigeben	188
	Absicherung und Grundeinstellungen	189
4.7	Internetzugriff auf den Raspberry Pi	189
	Wo ist das Problem?	190
	Lösungsvarianten	192
	Alternativen	193
4.8	Dynamisches DNS	194
	Wozu dient und wie funktioniert dynamisches DNS?	194
	Dynamisches DNS mit noip.com einrichten	195
	Port Forwarding einrichten	196
	Test	197
	Fehlersuche	198

4.9 IPv6	199
IPv6 aktivieren	200
gogoc-Installation	200
Test	202
4.10 FTP-Server einrichten	203
vsftpd installieren	204
Defaultkonfiguration	204
Eigene Konfiguration	205
FTP ausprobieren	205
4.11 Programme beim Systemstart ausführen	206
rc.local	206
Autostart-Programme für den Desktop	207
Autostart-Dateien für Openbox	207
4.12 Programme regelmäßig ausführen (Cron)	208
/etc/cron.xxx-Verzeichnisse	208
/etc/crontab-Datei	208
/etc/cron.d-Verzeichnis	210
Benutzerspezifische Crontab-Dateien	210
Anacron	210
4.13 Backups erstellen	211
Backups mit rsync	212
Backups mit tar	213
Backup einer SD-Karte unter Windows	213
Backup einer SD-Karte unter OS X	214
Backup einer SD-Karte unter Linux	214
4.14 Overclocking	215
Overclocking-Parameter in config.txt	215
Aktuelle Taktfrequenz und Temperatur ermitteln	217
4.15 Notfall-Tipps	217
Stromversorgung	218
SD-Karte	218
Display-Probleme	219
Status-Leuchtdioden (Modell A und B)	220
Status-Leuchtdioden (Modell B+)	221

5	Linux-Grundlagen	223
5.1	Benutzer und Gruppen	224
	Benutzer und Passwörter	225
	Gruppen	227
	Kommandos zur Benutzer- und Gruppenverwaltung	228
	sudo	230
	Auto-Login abstellen	231
5.2	Zugriffsrechte	232
	Zugriffsrechte auf Dateien	232
	Zugriffsrechte auf Verzeichnisse	233
	Setuid-, Setgid- und Sticky-Bit	234
	Oktalschreibweise	235
	Zugriffsrechte einstellen	236
	Praxisbeispiele	238
5.3	Paketverwaltung	238
	Konfiguration	239
	Hauptpaketquelle	239
	Weitere Paketquellen	240
	Aus welcher Paketquelle stammt ein Paket?	241
5.4	Verwaltung des Dateisystems	241
	Dateisysteme	242
	Device-Dateien	242
	Das mount-Kommando	244
	Die Datei /etc/fstab	246
	Datenträger partitionieren und formatieren	247
5.5	Netzwerkkonfiguration	249
	Glossar	250
	Die Datei /etc/network/interfaces	252
	Statische LAN-Konfiguration	253
	Manuelle WLAN-Konfiguration	254
	Nameserver-Konfiguration	256
	Hostname ändern	257
5.6	Bluetooth	257
	Bluetooth-Geräte erkennen	258
	Pairing	258
	Verbindungsaufbau erzwingen	259

5.7	Systemstart	259
	1st-Stage-Bootloader	261
	2nd-Stage-Bootloader (bootcode.bin)	261
	Kernelparameter (cmdline.txt)	261
	Kernelstart	263
	Init-Systeme	263
	Die Runlevel des Init-V-Systems	264
	Systeminitialisierung	265
	Runlevel 2 aktivieren	266
	Runlevel wechseln	266
	Reboot und Halt	266
	Systemdienste manuell starten und beenden	267
	Den Start von Systemdiensten aktivieren und deaktivieren	267
	Eigene Initialisierungsarbeiten durchführen	268
	Eigene Systemdienste einrichten	269
5.8	Systemeinstellungen in config.txt	270
	HDMI-Einstellungen	271
	Overclocking	272
	Video-Decodierung	272
	Bootvorgang	273
	Hardware-Parameter	273
	Speicheraufteilung zwischen CPU und GPU	274
	Das Kommando vcgencmd	274
5.9	Grafiksystem	275
	Start des Grafiksystems	276
	Auto-Start des Grafiksystems ein-/ausschalten	276
	Auto-Login ein-/ausschalten	277
	Manueller Start des Grafiksystems	277
	Neue Grafiktreiber und Wayland	277
5.10	Kernel und Module	278
	Kernelmodule	278
	Module selbst kompilieren	280
	Den Kernel selbst kompilieren	280

TEIL II Der Raspberry Pi als Media-Center

6	Audio-Player mit Smartphone-Fernbedienung	285
6.1	MPD-Installation und -Konfiguration	285
	Kernel- und Firmware-Update	286
	Netzwerkkonfiguration	286
	MPD-Installation und -Konfiguration	287
	Erste Tests mit Xfmpe	288
	Tonausgabe zwischen HDMI und Analog-Audio umschalten	289
	MPDroid	290
6.2	MPD-Konfigurationsvarianten	291
	Audio-Dateien auf einem USB-Stick	291
	Audio-Dateien auf einem NAS	292
	PulseAudio	295
	Perfekter Klang für Audiophile	296
	CD-Cover-Abbildungen	296
	Weboberfläche zur Steuerung	298
	Musik als Audio-Stream verteilen (Icecast)	300
6.3	Volumio	302
	Installation und Konfiguration	302
	Interna und Absicherung	304
	Probleme	304
6.4	Pi MusicBox	305
	Installation	305
	Konfiguration	306
	Bedienung	307
7	Multimedia-Center mit XBMC	309
7.1	XBian versus Raspbmc versus OpenELEC	310
	XBian	310
	Raspbmc	311
	OpenELEC	311
	Die Qual der Wahl	312
7.2	OpenELEC-Installation und -Konfiguration	313
	Standardinstallation auf eine SD-Karte	313
	Installation auf einen USB-Stick (für Fortgeschrittene)	313

OpenELEC-Erstkonfiguration	315
Tastatur und Bluetooth	316
Zeitzone einstellen	316
Netzwerk- und WLAN-Konfiguration	316
SSH nutzen	317
SSH absichern	318
Samba absichern	319
Überblick über das OpenELEC-Dateisystem	319
Hardware-Decodierung für MPEG-2 und VC-1 aktivieren	320
Overclocking	321
RSS-Newsfeed abstellen	322
XBMC-Layout (Skins)	322
Screenshots	322
Updates	323
7.3 Fernbedienung	324
CEC-Fernbedienung	324
Smartphone-Fernbedienung	324
Infrarot-Fernbedienung	325
7.4 XBMC-Betrieb	329
Das erste Video abspielen	329
Video-Dateien eines USB-Sticks abspielen	331
Zugriff auf Video-Dateien aus Netzwerkverzeichnis	332
Videos aus dem Internet	334
Audio-Dateien abspielen	334
Internet-Radios und Spotify	336
AirPlay	336
8 Multimedia-System mit Plex	337
8.1 XBMC oder Plex?	337
Plex-Vorteile	338
Plex-Nachteile	338
Glossar	339
8.2 Plex-Server-Konfiguration	340
8.3 RasPlex-Installation und -Konfiguration	343
Installation	343
Konfigurationsprogramme	345
Sprache, Zeitzone und Tastaturlayout	345

WLAN-Konfiguration	347
Plex-Login	347
SSH und Samba	347
Hardware-Decodierung für MPEG-2 und VC-1 aktivieren	347
Audio-Ausgang	348
Fernbedienung	348
Bluetooth-Geräte	349
Bildschirmschoner	349
Screenshots	349
8.4 Plex-Anwendung	350
Audio-Funktionen	350

TEIL III Hardware-Grundlagen

9 Hardware-Einstieg	355
9.1 Platinaufbau	355
9.2 Der BCM2835	357
9.3 GPIO-Kontakte	358
Der P1-Header	358
Revision 1 versus 2	360
Nummerierungssysteme bzw. Pin-Namen	360
Das 50-mA-Limit	361
Welcher Pin für welchen Zweck?	361
Die P2-, P3-, P5- und P6-Header	362
GPIO-Verbindungen herstellen	364
Vorsichtsmaßnahmen	365
9.4 GPIO-Änderungen beim Modell B+	366
9.5 Stromversorgung	367
Das Steckernetzteil	367
Betrieb mit einer USB-Powerbank	368
Betrieb mit AA-Batterien	370
Der Linearregler 7805	371
Der Schaltregler LM2596S	372
Versorgung über den USB-Port	374

9.6	Gehäuse	375
	The Punnet – Das kostenlose Papiergehäuse	375
	Das Legogehäuse	376
	ModMyPi-Standardcase	376
	Rail-Case – Der Raspberry Pi auf der Schiene	376
	Multi-Pi – Das stapelbare Raspberry-Pi-Gehäuse	377
	Designergehäuse aus edlem Holz	377
	Durchsichtiges Gehäuse mit Kamerahalterung	378
10	Elektrotechnik-Crashkurs	381
10.1	Strom, Spannung und das Ohmsche Gesetz	381
10.2	Grundsaltungen	383
	Darstellung der Schaltpläne	383
	Reihenschaltung	384
	Parallelschaltung	385
	Kombinierte Schaltung	385
	Spannungsteiler	387
10.3	Elektronische Grundbauteile	388
	Diode	388
	Leuchtdiode	388
	Kondensator	390
	Spule	390
	Transistor	391
	Relais	392
10.4	Das Multimeter	393
10.5	Breadboard oder Platine?	396
	Breadboards	396
	Streifen- oder Lochrasterplatinen	397
10.6	Löten	398
10.7	Breadboardadapter	400
	Breadboardadapter selbst erstellen	400
	Der T-Cobbler	404

11	LEDs, Motoren und Relais	405
11.1	Leuchtdioden (LEDs)	405
	LED im Dauerbetrieb	405
	LED per Python ein- und ausschalten	406
	LEDs über Transistoren schalten	408
	LEDs mit Darlington-Transistoren ansteuern	410
	LEDs mit einem Taster ein- und ausschalten	410
	LEDs mit Software-PWM dimmen	417
	LEDs mit Hardware-PWM dimmen	419
	Hardware PWM beim Modell B+	420
	RGB-LEDs	420
11.2	Optokoppler	424
11.3	Elektromotoren	425
	Der geeignete Motor	426
	Gleichstrom- und Wechselstrommotoren	427
	Die H-Brücke	428
	Der Motortreiber L298	430
	Verdrahtung und Software	432
	Motordrehzahl per Software ändern	436
11.4	Schrittmotoren	438
	Bipolare Ansteuerung	439
	Unipolare Ansteuerung	443
	Intelligente Schrittmotortreiber	445
11.5	Relais	449
	Relaistypen	449
12	Bussysteme	453
12.1	SPI	453
	SPI per raspi-config einrichten	454
	SPI manuell einrichten	455
	Das digitale Potentiometer	456
	Daten per SPI senden	457
	Daten per SPI lesen	461
	Der Analog-/Digitalwandler MCP3008	463
	Der Digital-/Analogwandler MCP4811	468
	SPI-Bauteile	473

12.2	I²C	474
	Der Portexpander MCP23017	475
12.3	UART	482
	UART aktivieren und säubern	482
	Zwei Raspberry Pi via UART verbinden	483
	Minicom	483
	UART in Python	485
	Wichtige pySerial-Funktionen	487
12.4	Der Audiobus I²S	487
	I ² S beim Modell B+	489
12.5	1-Wire	489
13	Sensoren	491
13.1	PIR-Bewegungssensor	491
	Hardware	491
	Programmierung	493
13.2	Ultraschallsensor	495
	Hardware	495
	Programmierung	496
13.3	Wasserstandssensor	498
13.4	Temperatursensoren	499
	Temperatursensor DS1820	499
	Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor DHT22/AM2302	501
13.5	Fotowiderstand	504
13.6	Multi-Analogsensor-Board PCF8591	506
13.7	Raspberry Pi Camera Board und PiNoIR	509
	Anschluss	510
	raspistill und raspivid	512
	Kamerasteuerung durch Python	514
	Videos und Bilder am Raspberry Pi anzeigen	515
	Videostreams und Online-Zugriff	517
	VLC-Livestream	518

FTP-Upload	519
PiNoIR	520
Infrarot-Scheinwerfer für die PiNoIR	520
13.8 Reed-Kontakt	522
13.9 Hardware Real Time Clock	524
13.10 IR-Empfänger	529
13.11 Leitfaden für fremde Sensoren	530
14 Erweiterungsboards	533
14.1 Das Gertboard	534
Inbetriebnahme	535
Die drei Taster	536
Digitale Ein- und Ausgänge und Leuchtdioden	539
Der Open-Collector-Treiber	541
Der Motortreiber	542
Der Analog/Digital-Wandler	545
Der Digital/Analog-Wandler	547
14.2 Der ATmega auf dem Gertboard	549
Hello World!	550
avrdude	551
Die Arduino-IDE	552
14.3 RasPiComm	555
Der Joystick und die 5-V-Ausgänge	556
Die Echtzeituhr	557
Die Schnittstellen	557
14.4 PiFace Digital	558
Der PiFace-Emulator	559
Die PiFace-Bibliothek	560
Interrupts und Events in der PiFace-Bibliothek	561
PiFace Rack und die Jumper	562
14.5 Quick2Wire Interface Board	563
Anschlüsse	565
Das Quick2Wire-Port-Expander-Board	566

14.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgung mit PiUSV	567
	Inbetriebnahme	567
	Konfiguration und Steuerung	569
14.7	Andere Erweiterungen im Überblick	570
	Alamode	571
	BrickPi	572
	GrovePi	574

15	Displays	577
-----------	-----------------	------------

15.1	16×2-LC-Display	577
	Pin-Belegung	578
	Programmierung	579
15.2	RaspLCD	582
	Der Anschluss an den Raspberry Pi	582
	Die Ansteuerung mit Python	584
	Funktionsübersicht	588
15.3	PiTFT – Der Touchscreen für den Raspberry Pi	589
	Der Zusammenbau	590
	Die Einrichtung unter Raspbian	591
	Schnellkalibrierung	594
	Genaue Kalibrierung des Touchscreens	595
	Die Konsole auf dem PiTFT	598
	Weiterführende Links	599
15.4	Kfz-Rückfahrmonitore	600
	Darstellung optimieren	602
15.5	LS-7T – Der Plug-and-Play-Touchscreen	604
	Der Anschluss	606
	Bildausschnitt anpassen	606
	Die Kalibrierung des Touchscreens	606
15.6	Weitere Display-Boards	608
	C-Berry	608
	RPi-Display von Watterott	609
	SainSmart Mini TFT Display	609
	HDMI Pi	609
	Displays für den DSI-Anschluss	610

TEIL IV Programmierung

16	Python kennenlernen	613
16.1	Python ausprobieren	614
	Python in einem Terminalfenster ausführen	614
	IDLE	615
16.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen	616
	Zahlen	617
	Zeichenketten	619
	Listen	621
	Tupel (Sequenzen)	623
	Sets (Mengen)	624
	Dictionaries (Assoziative Arrays)	625
16.3	Hello World!	626
	Texteditoren	627
	»Hello World« mit LeafPad verfassen und ausprobieren	627
	»Hello World« in IDLE3 verfassen und ausprobieren	630
	Noch ein Einführungsbeispiel	631
17	Python-Grundlagen	633
17.1	Elementare Syntaxregeln	633
	Anweisungen	633
	Blockelemente	634
	print	635
	print in Python 2	636
	input	636
	Module und »import«	637
	Kommentare	638
	Eingebaute Hilfe	638
17.2	Variablen und Objekte	639
	Variablen	640
	Mutable oder immutable	641
	Veränderliche Daten kopieren	642
	Datentypen	643
	Typumwandlung	644
	Variablen und Daten vergleichen	645
	Gültigkeit von Variablen	646

Garbage Collection	647
Shared References	648
17.3 Operatoren	649
Zuweisungen	651
Extended Sequence Unpacking	652
17.4 Verzweigungen (if)	652
if-Verzweigungen	652
Bedingungen	653
if-Kurzschreibweise	653
17.5 Schleifen (for und while)	654
Schleifen über Zahlenbereiche (range)	655
Schleifen über die Zeichen einer Zeichenkette	656
Schleifen über Listen, Tupel und Sets	656
Schleifen über Dictionaries	657
Schleifen über alle Script-Parameter	658
Schleifen über die Zeilen einer Textdatei	659
Schleifen über alle Dateien eines Verzeichnisses	659
17.6 Zeichenketten	660
Unicode	662
raw-Zeichenketten	662
String-Konvertierung und -Formatierung	662
Reguläre Ausdrücke	665
17.7 Listen	666
map	667
reduce	668
filter	669
zip	669
17.8 Umgang mit Fehlern (Exceptions)	670
try/except	670
Fehler in Funktionen und Methoden	672
with/as	673
Selbst Exceptions auslösen	674
Programmunterbrechungen abfangen	675
17.9 Funktionen	676
Eigene Funktionen definieren	676
Lokale und globale Variablen	678
Funktionsparameter	680

Optionale Parameter	681
Variable Parameteranzahl	682
Lambda-Funktionen	683
Funktionales Programmieren	685
17.10 Objektorientiertes Programmieren	686
Eigene Klassen definieren	687
Methoden	688
Konstruktor	689
Klassenvariablen und Namensräume	690
Private Klassenvariablen	692
Getter- und Setter-Methoden	692
Operator Overloading	693
Beispiel: Rechteck-Klasse	693
Vererbung	695
Klassen, Objekte und Instanzen	696
17.11 Systemfunktionen	698
Zugriff auf die Programmparameter	698
Zugriff auf Standardeingabe und Standardausgabe	699
Modul-Metainformationen ermitteln	699
Programm beenden	699
Andere Programme bzw. Kommandos aufrufen	700
Warten (sleep)	701
18 Programmieren mit Python	703
18.1 Programmieren lernen	703
Beispiel 1: Die Summe der Zahlen von 1 bis 1000 ausrechnen	704
Beispiel 2: Die Fakultäten von 1! bis 40! ausrechnen	705
Beispiel 3: Palindromtest	707
18.2 GPIO-Zugriff	708
GPIO-Pins lesen und verändern	708
Taster und Schalter	711
Software-PWM	713
18.3 Kamera	714
Fotos aufnehmen	714
Videos aufnehmen	716
Kameraparameter steuern	717
18.4 Dateien bei Dropbox hochladen	718

18.5	E-Mails versenden	719
	Eine E-Mail mit Bitmap versenden	720
	Eine Aufnahme der Raspberry-Pi-Kamera versenden	721
18.6	Textdateien lesen und schreiben	722
	CSV-Dateien	723
	Messdaten verarbeiten	725
18.7	Grafikprogrammierung	727
	pygame und Python 3	727
	Hello World!	728
	pygame-Zeichenmethoden	729
	Bilder speichern	731
	Grafikspielereien	732
	Temperaturkurve zeichnen	736
18.8	Grafische Benutzeroberflächen mit tkinter	738
	Steuerelemente anordnen	740
	Ereignisverarbeitung	744
	Aufräumarbeiten beim Programmende	745
	LED ein- und ausschalten	746
	Helligkeit einer Leuchtdiode mit PWM steuern	748
	Tastenzustand anzeigen	749

19 bash-Programmierung 753

19.1	Einführung	753
	Hello World!	753
	Noch ein Beispiel	753
	Elementare Syntaxregeln	754
	Kommandos aufrufen	755
	In andere Scripts verzweigen	756
	bash oder Python?	756
19.2	Variablen	757
	Variablen mit read einlesen	758
	Umgebungsvariablen	759
	Vordefinierte bash-Variablen	759
	Felder	760
	Parametersubstitution	760
	Zeichenketten bzw. Aufzählungen bilden	762

19.3 Schleifen, Bedingungen und Funktionen	762
if-Verzweigungen	763
test	765
case	766
for	767
while und until	768
break und continue	770
function	770
Umgang mit Fehlern	771
exit	772
Reaktion auf Signale (trap)	772
19.4 WiringPi	773
gpio-Kommando	774
LED ein- und ausschalten	776
LED-Helligkeit steuern (PWM)	777
LED-Temperatur-Ampel	777
20 C-Programmierung	781
20.1 Hello World!	781
Der GNU-C-Compiler	781
make	782
20.2 GPIOs steuern	785
GPIO-Steuerung mit der WiringPi-Bibliothek	785
GPIO-Steuerung mit der bcm2835-Bibliothek	787
21 Java-Programmierung	789
21.1 Erste Schritte	789
Hello World!	789
Java 8	790
Entwicklungsumgebungen (IDEs)	791
Java versus Python	793
21.2 GPIO-Steuerung mit Java	793
Installation	794
Hello Pi4J!	794
Mehr DigitalOutput-Steuerungsmöglichkeiten	796
Pulse Width Modulation	796
Eingaben verarbeiten	797

22	PHP-Programmierung	799
22.1	Apache installieren und konfigurieren	800
	Apache-Konfiguration	801
22.2	Webverzeichnisse einrichten und absichern	802
	Eigene Webverzeichnisse definieren	804
	Beispiel	805
	Verzeichnisse absichern	806
	Passwortschutz für Webverzeichnisse	806
	.htaccess-Datei	808
22.3	HTTPS	809
22.4	PHP installieren und konfigurieren	810
	PHP ausprobieren	811
22.5	MySQL installieren und administrieren	812
	MySQL-Konfiguration	813
	Das mysql-Kommando	813
	Neue Datenbanken einrichten	814
	Datenbanken sichern und wiederherstellen	815
	Administration mit phpMyAdmin	815
22.6	Hello World! in PHP	817
	Fehlersuche	818
22.7	GPIO-Programmierung mit PHP	819
	GPIOs auslesen und verändern	819
	LED ein- und ausschalten	820
	Temperatur auslesen	821
22.8	Kamerafunktionen mit PHP nutzen	822
	Apache den Kamerazugriff erlauben	822
	Ein Echtzeitfoto erstellen und übertragen	823
	Ein Foto mit frei wählbaren Aufnahmeparametern erstellen	823
23	Mathematica und die Wolfram Language	827
23.1	Installation und Start	828
23.2	Arbeiten mit Mathematica	828
	Die grafische Benutzeroberfläche von Mathematica	828
	Rechnen in Mathematica	830

Formeleingabe	831
Grafik	832
Mathematica im Textmodus	833
Grafiken im Textmodus anzeigen	834
Interna	835
23.3 Programmieren mit der Wolfram Language	835
Hello World!	836
Syntax	836
Funktionale Programmierung und symbolische Ausdrücke	838
GPIO-Zugriff	839
RaspiCam	841
Serial, UltimateGPS etc.	842
Beispiel – Grafische Darstellung von Temperaturdaten	842
Wolfram Language – Pro und Kontra	846
Weitere Informationen und Links	846

TEIL V Projekte

24 Der Raspberry Pi im Vogelhaus 849

24.1 Einbau des Raspberry Pi samt Kameramodul in ein Vogelhaus	849
24.2 Kamerapraxis	852
Das Kameramodul betriebsbereit machen	852
Kamera-LED deaktivieren	852
Standbilder mit raspistill aufnehmen	853
ISO-Einstellung	854
Zeitverzögerung und Zeitrafferfilme	854
Videos aufzeichnen mit raspivid	855
24.3 Bewegungserkennung mit motion	856
Motion konfigurieren	856
24.4 Das Vogelhaus im praktischen Einsatz	860
Lichtverhältnisse und Bildqualität	861

25 Zeitmessung mit Lichtschranken 863

25.1 Versuchsaufbau (Hardware)	863
Schaltungsaufbau mit IR-Lichtschranken	863

25.2 Software	866
pigpio-Bibliothek	866
Programmcode	867

26 Das autonome Auto 869

26.1 Hardware	869
Das Chassis	869
Der Liniensensor	870
Die Mechanik	871
Anschlusspläne	874
Die mobile Stromversorgung des Raspberry Pi	875
Stromversorgung der Motoren	876
Ausrichtung und erste Tests	876
26.2 Die Software	878
Die Jungfernfahrt	880

27 RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle 883

27.1 RFID-Hardware	884
Die RFID-Technologie	884
Reader und Transponder	884
Verdrahtung	886
27.2 Software	887
Die Zugangsdatenbank	887
Python-Code zum Auslesen der RFID-Transponder	888
Python-Code zum MySQL-Zugriff	889
Python-Code zum Hinzufügen der Transpondernummern	890
Python-Hauptprogramm	891
phpMyAdmin – der Hausmeister	893
27.3 Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps	893
Den Schrank abschließen	893
LCD-Display statt bash-Ausgabe	894
Sensor statt Zeitsteuerung	894
Alarm bei falschem Transponder	894
Die Empfangsantenne verstecken	894

28	Stromzähler auslesen	895
28.1	Stromzähler-Grundlagen	895
	Lesekopf und Signalwandler	896
	Die Smart Message Language	898
28.2	Einführung in RRDTool	899
	Die Round-Robin-Datenbank erstellen	899
	Werte in die Datenbank eintragen	901
	Graphen erzeugen	901
28.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten	904
29	Hausautomation mit Netzwerksteckdosen	907
29.1	Einführung	907
	Universal-Schaltbox	908
29.2	Programmierung	909
	Leistung der Photovoltaikanlage ermitteln.	909
	Das Web-Interface	912
	Die Heizungssteuerung	915
	Die Steuerung der schaltbaren Steckdose	919
30	Hausautomation mit 433-MHz-Funktechnologie	921
30.1	Hardware-Grundlagen	921
	Funksteckdosen	921
	Das Sendemodul	922
	Anschluss des Sendemoduls	922
	Vorbereitung der Steckdosen	923
30.2	Software und Steuerungsbeispiele	924
	rcswitch-pi	924
	Die klassische Zeitsteuerung	925
	Automatische Anwesenheitserkennung	926
	Überwachung von Analogsensoren	928
	Fernbedienung per Weboberfläche	929
	Noch mehr Ideen	931

31	Ort und Zeit per GPS empfangen	933
31.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry	933
	Den NTP-Server installieren und konfigurieren	934
	Das GPS-Modul in Betrieb nehmen	936
	Die serielle Konsole deaktivieren	936
	Den GPS-Dämon installieren und konfigurieren	938
	Den NTP-Server mit dem GPS-Zeitsignal füttern	939
	Das GPS-Zeitsignal mit PPS synchronisieren	940
31.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi	942
	Ortsangaben per Python aus dem Datenstrom filtern	943
	Ortsangaben in ein Foto einbetten	945
32	Der Raspberry Pi lernt twittern	947
32.1	Voraussetzungen	947
	Installation der benötigten Werkzeuge	947
	Twitter-App registrieren	947
32.2	Programmierung	949
	Die Twitter-Software in Python	949
	Der erste Tweet	950
	CPU-Temperatur twittern	951
	Bilder twittern	953
33	Monitoring	955
33.1	Munin	955
	Munin-Node: Installation und Konfiguration	956
	Jäger und Sammler: Munin	958
33.2	SmokePing	960
	Installation von SmokePing	962
	Konfiguration	963
	Mehr als Pings	964
34	Raspberry Pi-ratensender	967
34.1	FM-Transmitter einrichten	967
	Technischer Hintergrund	967
	Software-Installation	968

MP3-Dateien umwandeln und senden	968
Der DJ spricht	968

35 WLAN- und IPv6-Router 969

35.1 Einführung	969
Glossar	969
Voraussetzungen	970
Die schwierige Suche nach einem geeigneten WLAN-Adapter	971
Einschränkungen	974
35.2 WLAN-Access-Point	974
Netzwerk- und Brückenkonfiguration (/etc/network/interfaces)	976
WLAN-Authenticator (hostapd)	977
hostapd für Realtek-8188-Chipsets	979
35.3 WLAN-Router	980
Router-Funktionen	981
Konfigurationsüberblick	982
Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	983
Network Address Translation (NAT)	984
Forwarding	985
DHCP- und Nameserver (Dnsmasq)	985
Inbetriebnahme und Test	988
35.4 WLAN-Repeater	988
Unveränderliche Zuordnung der WLAN-Schnittstellen	989
Konfigurationsüberblick	990
Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	991
WLAN-Authenticator (hostapd) und DHCP-Server (Dnsmasq)	992
Inbetriebnahme	992
35.5 IPv6-Router	992
Grundlagen	993
Konfigurationsüberblick	994
IPv6 aktivieren	994
IPv6-Tunnel einrichten (SixXs)	995
Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	996
IPv6-Forwarding erlauben	997
radvd einrichten	997
Inbetriebnahme und Test	998

36	Tor-Router	1001
36.1	Tor-Grundlagen	1001
	Das Tor-Netzwerk	1002
	Sicherheit und Recht	1003
36.2	WLAN-Router-Konfiguration	1004
	Konfiguration der Netzwerkschnittstellen	1004
	Ein schlanker DHCP-Server	1005
	Konfiguration des HostAPD	1007
	IP-Forwarding	1008
	Masquerading	1008
	Troubleshooting	1009
36.3	Anbindung des WLAN-Routers an das Tor-Netz	1010
37	AirPrint-Drucker selbst gemacht	1013
37.1	Voraussetzungen	1013
	CUPS-Installation und -Konfiguration	1014
	Druckerkonfiguration	1014
	Druckgeschwindigkeit erhöhen	1016
37.2	AirPrint-Konfiguration	1018
	Netzwerkdruck erlauben	1018
	AirPrint-Beschreibung des Druckers für Avahi einrichten	1018
	Praktische Erfahrungen	1019
38	Automatische Präsentationssysteme	1021
38.1	Einführung	1021
	Tastensteuerung und Reset	1022
	Datenquelle	1022
	Fertige Lösungen	1023
38.2	Werkzeugkasten	1024
	Bilder anzeigen mit pqiv	1024
	Bilder anzeigen mit fbi	1025
	Bilder optimal aufbereiten	1026
	MP3-Dateien abspielen	1026
	Videos abspielen	1027
	Autostart	1027

Bilder von einem USB-Stick lesen	1028
Bildschirmschoner abstellen	1030
38.3 Reset/Shutdown-Taste	1030
Hard-Reset-Button	1030
Soft-Reset-Button	1031
38.4 Autonome Bilder-Projektion	1032
Ausgangspunkt	1033
Bildverzeichnis synchronisieren	1033
Bilder anzeigen	1034
Start der Diashow	1035
Verbesserungsideen und Varianten	1035
38.5 Video-Player mit Menü	1036
Ausgangspunkt	1036
python-pygame-menu-class	1037
uinput	1038
Das Menüsystem	1039
Start des Videosystems	1042
Verbesserungsideen und Varianten	1043
39 Luftraumüberwachung	1045
39.1 Technischer Hintergrund und Hardware	1045
39.2 Software	1046
Installation von RTL-SDR und dump1090	1046
Position der Flugzeuge im Webbrowser verfolgen	1047

