

Auf einen Blick

TEIL I

Den Raspberry Pi kennenlernen 39

TEIL II

Der Raspberry Pi als Media-Center 283

TEIL III

Hardware-Grundlagen 355

TEIL IV

Programmierung 613

TEIL V

Projekte 849

Inhaltsverzeichnis

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

TEIL I Den Raspberry Pi kennenlernen

1 Kauf und Inbetriebnahme	41
1.1 Kauf	42
Raspberry-Pi-Modelle	42
Von Äpfeln 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
Distributionsspezifische 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	Netzwerkconfiguration	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

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 Xfmpeg	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	303
	Interneta 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
	Audio-Ausgang wählen	322
	RSS-Newsfeed abstellen	322
	XBMC-Layout (Skins)	322
	Screenshots	323
	Updates	323
7.3	Fernbedienung	324
	CEC-Fernbedienung	324
	Smartphone-Fernbedienung	324
	Infrarot-Fernbedienung	326
7.4	XBMC-Betrieb	329
	Das erste Video abspielen	329
	Video-Dateien eines USB-Sticks abspielen	331
	Zugriff auf Video-Dateien aus Netzwerkverzeichnissen	332
	Videos aus dem Internet	334
	Audio-Dateien abspielen	335
	Internet-Radios und Spotify	336
	AirPlay	336
8	Multimedia-System mit Plex	339
8.1	XBMC oder Plex?	339
	Plex-Vorteile	340
	Plex-Nachteile	340
	Glossar	341
8.2	Plex-Server-Konfiguration	342

8.3	RasPlex-Installation und -Konfiguration	345
	Installation	345
	Konfigurationsprogramme	347
	Sprache, Zeitzone und Tastaturlayout	347
	WLAN-Konfiguration	349
	Plex-Login	349
	SSH und Samba	349
	Hardware-Decodierung für MPEG-2 und VC-1 aktivieren	349
	Audio-Ausgang	350
	Fernbedienung	350
	Bluetooth-Geräte	351
	Bildschirmschoner	351
	Screenshots	351
8.4	Plex-Anwendung	352

TEIL III Hardware-Grundlagen

9	Hardware-Einstieg	357
9.1	Platinenaufbau	357
9.2	Der BCM2835	359
9.3	GPIO-Kontakte	360
	Der P1-Header	360
	Revision 1 versus 2	362
	Nummerierungssysteme bzw. Pin-Namen	362
	Das 50-mA-Limit	363
	Welcher Pin für welchen Zweck?	363
	Die P2-, P3-, P5- und P6-Header	364
	GPIO-Verbindungen herstellen	366
	Vorsichtsmaßnahmen	367
9.4	GPIO-Änderungen beim Modell B+	368
9.5	Stromversorgung	369
	Das Steckernetzteil	369
	Betrieb mit einer USB-Powerbank	370
	Betrieb mit AA-Batterien	372
	Der Linearregler 7805	373

	Der Schaltregler LM2596S	374
	Versorgung über den USB-Port	376
9.6	Gehäuse	377
	The Punnet – Das kostenlose Papiergehäuse	377
	Das Legogehäuse	378
	ModMyPi-Standardcase	378
	Rail-Case – Der Raspberry Pi auf der Schiene	378
	Multi-Pi – Das stapelbare Raspberry-Pi-Gehäuse	379
	Designergehäuse aus edlem Holz	379
	Durchsichtiges Gehäuse mit Kamerahalterung	380
10	Elektrotechnik-Crashkurs	383
10.1	Strom, Spannung und das Ohmsche Gesetz	383
10.2	Grundsaltungen	385
	Darstellung der Schaltpläne	385
	Reihenschaltung	386
	Parallelschaltung	387
	Kombinierte Schaltung	387
	Spannungsteiler	389
10.3	Elektronische Grundbauteile	390
	Diode	390
	Leuchtdiode	390
	Kondensator	392
	Spule	392
	Transistor	393
	Relais	394
10.4	Das Multimeter	395
10.5	Breadboard oder Platine?	398
	Breadboards	398
	Streifen- oder Lochrasterplatinen	399
10.6	Löten	400
10.7	Breadboardadapter	402
	Breadboardadapter selbst erstellen	402
	Der T-Cobbler	406

11	LEDs, Motoren und Relais	407
11.1	Leuchtdioden (LEDs)	407
	LED im Dauerbetrieb	407
	LED per Python ein- und ausschalten	408
	LEDs über Transistoren schalten	410
	LEDs mit Darlington-Transistoren ansteuern	412
	LEDs mit einem Taster ein- und ausschalten	413
	LEDs mit Software-PWM dimmen	419
	LEDs mit Hardware-PWM dimmen	421
	Hardware PWM beim Modell B+	422
	RGB-LEDs	422
11.2	Optokoppler	426
11.3	Elektromotoren	427
	Der geeignete Motor	428
	Gleichstrom- und Wechselstrommotoren	429
	Die H-Brücke	430
	Der Motortreiber L298	432
	Verdrahtung und Software	434
	Motordrehzahl per Software ändern	438
11.4	Schrittmotoren	440
	Bipolare Ansteuerung	441
	Unipolare Ansteuerung	445
	Intelligente Schrittmotortreiber	447
11.5	Relais	451
	Relaistypen	451
12	Bussysteme	455
12.1	SPI	455
	SPI per raspi-config einrichten	456
	SPI manuell einrichten	457
	Das digitale Potenziometer	458
	Daten per SPI senden	459
	Daten per SPI lesen	463
	Der Analog-/Digitalwandler MCP3008	465
	Der Digital-/Analogwandler MCP4811	470
	SPI-Bauteile	475

12.2	I²C	476
	Der Portexpander MCP23017	477
12.3	UART	484
	UART aktivieren und säubern	484
	Zwei Raspberry Pi via UART verbinden	485
	Minicom	485
	UART in Python	487
	Wichtige pySerial-Funktionen	489
12.4	Der Audiobus I²S	489
	I ² S beim Modell B+	491
12.5	1-Wire	491
13	Sensoren	493
13.1	PIR-Bewegungssensor	493
	Hardware	493
	Programmierung	495
13.2	Ultraschallsensor	497
	Hardware	497
	Programmierung	498
13.3	Wasserstandssensor	500
13.4	Temperatursensoren	501
	Temperatursensor DS1820	501
	Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor DHT22/AM2302	503
13.5	Fotowiderstand	506
13.6	Multi-Analogsensor-Board PCF8591	508
13.7	Raspberry Pi Camera Board und PiNoIR	511
	Anschluss	512
	raspistill und raspivid	514
	Kamerasteuerung durch Python	516
	Videos und Bilder am Raspberry Pi anzeigen	517
	Videostreams und Online-Zugriff	519
	VLC-Livestream	520
	FTP-Upload	521
	PiNoIR	522
	Infrarot-Scheinwerfer für die PiNoIR	522

13.8	Reed-Kontakt	524
13.9	Hardware Real Time Clock	526
13.10	IR-Empfänger	530
13.11	Leitfaden für fremde Sensoren	532
14	Erweiterungsboards	535
14.1	Das Gertboard	536
	Inbetriebnahme	537
	Die drei Taster	538
	Digitale Ein- und Ausgänge und Leuchtdioden	541
	Der Open-Collector-Treiber	543
	Der Motortreiber	544
	Der Analog/Digital-Wandler	547
	Der Digital/Analog-Wandler	549
14.2	Der ATmega auf dem Gertboard	551
	Hello World!	552
	avrdude	553
	Die Arduino-IDE	554
14.3	RasPiComm	557
	Der Joystick und die 5-V-Ausgänge	558
	Die Echtzeituhr	559
	Die Schnittstellen	559
14.4	PiFace Digital	560
	Der PiFace-Emulator	561
	Die PiFace-Bibliothek	562
	Interrupts und Events in der PiFace-Bibliothek	563
	PiFace Rack und die Jumper	564
14.5	Quick2Wire Interface Board	565
	Anschlüsse	567
	Das Quick2Wire-Port-Expander-Board	568
14.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgung mit PIUSV	569
	Inbetriebnahme	569
	Konfiguration und Steuerung	571

14.7	Andere Erweiterungen im Überblick	572
	Alamode	573
	BrickPi	574
	GrovePi	576
15	Displays	579
15.1	16×2-LC-Display	579
	Pin-Belegung	580
	Programmierung	581
15.2	RaspilCD	584
	Der Anschluss an den Raspberry Pi	584
	Die Ansteuerung mit Python	586
	Funktionsübersicht	590
15.3	PiTFT – Der Touchscreen für den Raspberry Pi	591
	Der Zusammenbau	592
	Die Einrichtung unter Raspbian	593
	Schnellkalibrierung	596
	Genaue Kalibrierung des Touchscreens	597
	Die Konsole auf dem PiTFT	600
	Weiterführende Links	601
15.4	Kfz-Rückfahrmonitore	602
	Darstellung optimieren	604
15.5	LS-7T – Der Plug-and-Play-Touchscreen	606
	Der Anschluss	608
	Bildausschnitt anpassen	608
	Die Kalibrierung des Touchscreens	608
15.6	Weitere Display-Boards	610
	C-Berry	610
	RPi-Display von Watterott	610
	SainSmart Mini TFT Display	611
	HDMI Pi	611
	Displays für den DSI-Anschluss	612

16	Python kennenlernen	615
16.1	Python ausprobieren	616
	Python in einem Terminalfenster ausführen	616
	IDLE	617
16.2	Python-Konzepte interaktiv kennenlernen	618
	Zahlen	619
	Zeichenketten	621
	Listen	623
	Tupel (Sequenzen)	625
	Sets (Mengen)	626
	Dictionaries (Assoziative Arrays)	627
16.3	Hello World!	628
	Texteditoren	629
	»Hello World« mit LeafPad verfassen und ausprobieren	629
	»Hello World« in IDLE3 verfassen und ausprobieren	632
	Noch ein Einführungsbeispiel	633
17	Python-Grundlagen	635
17.1	Elementare Syntaxregeln	635
	Anweisungen	635
	Blockelemente	636
	print	637
	print in Python 2	638
	input	638
	Module und »import«	639
	Kommentare	640
	Eingebaute Hilfe	640
17.2	Variablen und Objekte	641
	Variablen	642
	Mutable oder immutable	643
	Veränderliche Daten kopieren	644
	Datentypen	645

Typumwandlung	646
Variablen und Daten vergleichen	647
Gültigkeit von Variablen	648
Garbage Collection	649
Shared References	650
17.3 Operatoren	651
Zuweisungen	653
Extended Sequence Unpacking	654
17.4 Verzweigungen (if)	654
if-Verzweigungen	654
Bedingungen	655
if-Kurzschreibweise	655
17.5 Schleifen (for und while)	656
Schleifen über Zahlenbereiche (range)	657
Schleifen über die Zeichen einer Zeichenkette	658
Schleifen über Listen, Tupel und Sets	658
Schleifen über Dictionaries	659
Schleifen über alle Script-Parameter	660
Schleifen über die Zeilen einer Textdatei	661
Schleifen über alle Dateien eines Verzeichnisses	661
17.6 Zeichenketten	662
Unicode	664
raw-Zeichenketten	664
String-Konvertierung und -Formatierung	664
Reguläre Ausdrücke	667
17.7 Listen	668
map	669
reduce	670
filter	671
zip	671
17.8 Umgang mit Fehlern (Exceptions)	672
try/except	672
Fehler in Funktionen und Methoden	674
with/as	675
Selbst Exceptions auslösen	676
Programmunterbrechungen abfangen	677

17.9 Funktionen	678
Eigene Funktionen definieren	678
Lokale und globale Variablen	680
Funktionsparameter	682
Optionale Parameter	683
Variable Parameteranzahl	684
Lambda-Funktionen	685
Funktionales Programmieren	687
17.10 Objektorientiertes Programmieren	688
Eigene Klassen definieren	689
Methoden	690
Konstruktor	691
Klassenvariablen und Namensräume	692
Private Klassenvariablen	694
Getter- und Setter-Methoden	694
Operator Overloading	695
Beispiel: Rechteck-Klasse	695
Vererbung	697
Klassen, Objekte und Instanzen	698
17.11 Systemfunktionen	700
Zugriff auf die Programmparameter	700
Zugriff auf Standardeingabe und Standardausgabe	701
Modul-Metainformationen ermitteln	701
Programm beenden	701
Andere Programme bzw. Kommandos aufrufen	702
Warten (sleep)	703
18 Programmieren mit Python	705
18.1 Programmieren lernen	705
Beispiel 1: Die Summe der Zahlen von 1 bis 1000 ausrechnen	706
Beispiel 2: Die Fakultäten von 1! bis 40! ausrechnen	707
Beispiel 3: Palindromtest	709
18.2 GPIO-Zugriff	710
GPIO-Pins lesen und verändern	710
Taster und Schalter	713
Software-PWM	715

18.3	Kamera	716
	Fotos aufnehmen	716
	Videos aufnehmen	718
	Kameraparameter steuern	719
18.4	Dateien bei Dropbox hochladen	720
18.5	E-Mails versenden	721
	Eine E-Mail mit Bitmap versenden	722
	Eine Aufnahme der Raspberry-Pi-Kamera versenden	723
18.6	Textdateien lesen und schreiben	724
	CSV-Dateien	725
	Messdaten verarbeiten	727
18.7	Grafikprogrammierung	729
	pygame und Python 3	729
	Hello World!	730
	pygame-Zeichenmethoden	731
	Bilder speichern	733
	Grafikspielereien	734
	Temperaturkurve zeichnen	738
18.8	Grafische Benutzeroberflächen mit tkinter	740
	Steuerelemente anordnen	742
	Ereignisverarbeitung	746
	Aufräumarbeiten beim Programmende	747
	LED ein- und ausschalten	748
	Helligkeit einer Leuchtdiode mit PWM steuern	750
	Tastenzustand anzeigen	751
19	bash-Programmierung	755
19.1	Einführung	755
	Hello World!	755
	Noch ein Beispiel	755
	Elementare Syntaxregeln	756
	Kommandos aufrufen	757
	In andere Scripts verzweigen	758
	bash oder Python?	758

19.2 Variablen	759
Variablen mit read einlesen	760
Umgebungsvariablen	761
Vordefinierte bash-Variablen	761
Felder	762
Parametersubstitution	762
Zeichenketten bzw. Aufzählungen bilden	764
19.3 Schleifen, Bedingungen und Funktionen	764
if-Verzweigungen	765
test	767
case	768
for	769
while und until	770
break und continue	772
function	772
Umgang mit Fehlern	773
exit	774
Reaktion auf Signale (trap)	774
19.4 WiringPi	775
gpio-Kommando	776
LED ein- und ausschalten	778
LED-Helligkeit steuern (PWM)	779
LED-Temperatur-Ampel	779
20 C-Programmierung	783
20.1 Hello World!	783
Der GNU-C-Compiler	783
make	784
20.2 GPIOs steuern	787
GPIO-Steuerung mit der WiringPi-Bibliothek	787
GPIO-Steuerung mit der bcm2835-Bibliothek	789
21 Java-Programmierung	791
21.1 Erste Schritte	791
Hello World!	791
Java 8	792

	Entwicklungsumgebungen (IDEs)	793
	Java versus Python	795
21.2	GPIO-Steuerung mit Java	795
	Installation	796
	Hello Pi4J!	796
	Mehr DigitalOutput-Steuerungsmöglichkeiten	798
	Pulse Width Modulation	798
	Eingaben verarbeiten	799
22	PHP-Programmierung	801
22.1	Apache installieren und konfigurieren	802
	Apache-Konfiguration	803
22.2	Webverzeichnisse einrichten und absichern	804
	Eigene Webverzeichnisse definieren	806
	Beispiel	807
	Verzeichnisse absichern	808
	Passwortschutz für Webverzeichnisse	808
	.htaccess-Datei	810
22.3	HTTPS	811
22.4	PHP installieren und konfigurieren	812
	PHP ausprobieren	813
22.5	MySQL installieren und administrieren	814
	MySQL installieren	814
	MySQL-Konfiguration	815
	Das mysql-Kommando	815
	Neue Datenbanken einrichten	816
	Datenbanken sichern und wiederherstellen	817
	Administration mit phpMyAdmin	817
22.6	Hello World! in PHP	819
	Fehlersuche	820
22.7	GPIO-Programmierung mit PHP	821
	GPIOs auslesen und verändern	821
	LED ein- und ausschalten	822
	Temperatur auslesen	823

22.8	Kamerafunktionen mit PHP nutzen	824
	Apache den Kamerazugriff erlauben	824
	Ein Echtzeitfoto erstellen und übertragen	825
	Ein Foto mit frei wählbaren Aufnahmeparametern erstellen	825
23	Mathematica und die Wolfram Language	829
23.1	Installation und Start	830
23.2	Arbeiten mit Mathematica	830
	Die grafische Benutzeroberfläche von Mathematica	830
	Rechnen in Mathematica	832
	Formeleingabe	833
	Grafik	834
	Mathematica im Textmodus	835
	Grafiken im Textmodus anzeigen	836
	Intern	837
23.3	Programmieren mit der Wolfram Language	837
	Hello World!	838
	Syntax	838
	Funktionale Programmierung und symbolische Ausdrücke	840
	GPIO-Zugriff	841
	RaspiCam	843
	Serial, UltimateGPS etc.	844
	Beispiel – Grafische Darstellung von Temperaturdaten	844
	Wolfram Language – Pro und Kontra	848
	Weitere Informationen und Links	848

TEIL V Projekte

24	Der Raspberry Pi im Vogelhaus	851
24.1	Einbau des Raspberry Pi samt Kameramodul in ein Vogelhaus	851
24.2	Kamerapraxis	854
	Das Kameramodul betriebsbereit machen	854
	Kamera-LED deaktivieren	854
	Standbilder mit raspistill aufnehmen	855
	ISO-Einstellung	856

	Zeitverzögerung und Zeitrafferfilme	856
	Videos aufzeichnen mit raspivid	857
24.3	Bewegungserkennung mit motion	858
	Motion konfigurieren	858
24.4	Das Vogelhaus im praktischen Einsatz	862
	Lichtverhältnisse und Bildqualität	862
25	Zeitmessung mit Lichtschranken	865
25.1	Versuchsaufbau (Hardware)	865
	Schaltungsaufbau mit IR-Lichtschranken	865
25.2	Software	868
	pigpio-Bibliothek	868
	Programmcode	869
26	Das autonome Auto	871
26.1	Hardware	871
	Das Chassis	871
	Der Liniensensor	872
	Die Mechanik	873
	Anschlusspläne	876
	Die mobile Stromversorgung des Raspberry Pi	877
	Stromversorgung der Motoren	878
	Ausrichtung und erste Tests	878
26.2	Die Software	880
	Die Jungfernfahrt	882
27	RFID-Türöffner mit Zutrittskontrolle	885
27.1	RFID-Hardware	886
	Die RFID-Technologie	886
	Reader und Transponder	886
	Verdrahtung	888

27.2	Software	889
	Die Zugangsdatenbank	889
	Python-Code zum Auslesen der RFID-Transponder	890
	Python-Code zum MySQL-Zugriff	891
	Python-Code zum Hinzufügen der Transpondernummern	892
	Python-Hauptprogramm	893
	phpMyAdmin – der Hausmeister	895
27.3	Erweiterungsmöglichkeiten und Tipps	895
	Den Schrank abschließen	895
	LCD-Modul statt bash-Ausgabe	896
	Sensor statt Zeitsteuerung	896
	Alarm bei falschem Transponder	896
	Die Empfangsantenne verstecken	896
28	Stromzähler auslesen	897
28.1	Stromzähler-Grundlagen	897
	Lesekopf und Signalwandler	898
	Die Smart Message Language	900
28.2	Einführung in RRDTool	901
	Die Round-Robin-Datenbank erstellen	901
	Werte in die Datenbank eintragen	903
	Graphen erzeugen	903
28.3	Zählerdaten speichern und zu Graphen aufbereiten	906
29	Hausautomation mit Netzwerksteckdosen	909
29.1	Einführung	909
	Universal-Schaltbox	910
29.2	Programmierung	911
	Die Leistung der Photovoltaikanlage ermitteln	911
	Das Web-Interface	914
	Die Heizungssteuerung	917
	Die Steuerung der schaltbaren Steckdose	921

30	Hausautomation mit 433-MHz-Funktechnologie	923
30.1	Hardware-Grundlagen	923
	Funksteckdosen	923
	Das Sendemodul	924
	Anschluss des Sendemoduls	924
	Vorbereitung der Steckdosen	925
30.2	Software und Steuerungsbeispiele	926
	rcswitch-pi	926
	Die klassische Zeitsteuerung	927
	Automatische Anwesenheitserkennung	928
	Überwachung von Analogsensoren	930
	Fernbedienung per Weboberfläche	931
	Noch mehr Ideen	933
31	Ort und Zeit per GPS empfangen	935
31.1	Haben Sie Zeit? Eine Uhr für den Raspberry Pi	935
	Den NTP-Server installieren und konfigurieren	936
	Das GPS-Modul in Betrieb nehmen	938
	Die serielle Konsole deaktivieren	939
	Den GPS-Dämon installieren und konfigurieren	940
	Den NTP-Server mit dem GPS-Zeitsignal füttern	941
	Das GPS-Zeitsignal mit PPS synchronisieren	942
31.2	Ortsbestimmung mit dem Raspberry Pi	944
	Ortsangaben per Python aus dem Datenstrom filtern	945
	Ortsangaben in ein Foto einbetten	947
32	Der Raspberry Pi lernt twittern	949
32.1	Voraussetzungen	949
	Installation der benötigten Werkzeuge	949
	Twitter-App registrieren	949
32.2	Programmierung	951
	Die Twitter-Software in Python	951
	Der erste Tweet	952
	CPU-Temperatur twittern	953
	Bilder twittern	955

33	Monitoring	957
33.1	Munin	957
	Munin-Node: Installation und Konfiguration	958
	Jäger und Sammler: Munin	960
33.2	SmokePing	962
	Installation von SmokePing	964
	Konfiguration	965
	Mehr als Pings	967
34	Raspberry Pi-ratensender	969
34.1	FM-Transmitter einrichten	969
	Technischer Hintergrund	969
	Software-Installation	970
	MP3-Dateien umwandeln und senden	970
	Der DJ spricht	970
35	WLAN- und IPv6-Router	971
35.1	Einführung	971
	Glossar	971
	Voraussetzungen	972
	Die schwierige Suche nach einem geeigneten WLAN-Adapter	973
	Einschränkungen	976
35.2	WLAN-Access-Point	976
	Netzwerk- und Brückenkonfiguration (/etc/network/interfaces)	978
	WLAN-Authenticator (hostapd)	979
	hostapd für Realtek-8188-Chipsets	981
35.3	WLAN-Router	982
	Router-Funktionen	983
	Konfigurationsüberblick	984
	Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	985
	Network Address Translation (NAT)	986
	Forwarding	987
	DHCP- und Nameserver (Dnsmasq)	987
	Inbetriebnahme und Test	990

35.4	WLAN-Repeater	990
	Unveränderliche Zuordnung der WLAN-Schnittstellen	991
	Konfigurationsüberblick	992
	Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	993
	WLAN-Authenticator (hostapd) und DHCP-Server (Dnsmasq)	994
	Inbetriebnahme	994
35.5	IPv6-Router	994
	Grundlagen	995
	Konfigurationsüberblick	996
	IPv6 aktivieren	997
	IPv6-Tunnel einrichten (SixXs)	997
	Netzwerkkonfiguration (/etc/network/interfaces)	998
	IPv6-Forwarding erlauben	999
	radvd einrichten	999
	Inbetriebnahme und Test	1000
36	Tor-Router	1003
36.1	Tor-Grundlagen	1003
	Das Tor-Netzwerk	1004
	Sicherheit und Recht	1005
36.2	WLAN-Router-Konfiguration	1006
	Konfiguration der Netzwerkschnittstellen	1006
	Ein schlanker DHCP-Server	1007
	Konfiguration des HostAPD	1009
	IP-Forwarding	1010
	Masquerading	1010
	Troubleshooting	1011
36.3	Anbindung des WLAN-Routers an das Tor-Netz	1012
37	AirPrint-Drucker selbst gemacht	1015
37.1	Voraussetzungen	1015
	CUPS-Installation und -Konfiguration	1016
	Druckerkonfiguration	1016
	Druckgeschwindigkeit erhöhen	1018

37.2	AirPrint-Konfiguration	1020
	Netzwerkdruck erlauben	1020
	AirPrint-Beschreibung des Druckers für Avahi einrichten	1020
	Praktische Erfahrungen	1021
38	Automatische Präsentationssysteme	1023
38.1	Einführung	1023
	Tastensteuerung und Reset	1024
	Datenquelle	1024
	Fertige Lösungen	1025
38.2	Werkzeugkasten	1026
	Bilder anzeigen mit pqv	1026
	Bilder anzeigen mit fbi	1027
	Bilder optimal aufbereiten	1027
	MP3-Dateien abspielen	1028
	Videos abspielen	1028
	Autostart	1029
	Bilder von einem USB-Stick lesen	1030
	Bildschirmschoner abstellen	1031
38.3	Reset/Shutdown-Taste	1032
	Hard-Reset-Button	1032
	Soft-Reset-Button	1033
38.4	Autonome Bilder-Projektion	1034
	Ausgangspunkt	1035
	Bildverzeichnis synchronisieren	1035
	Bilder anzeigen	1036
	Start der Diashow	1037
	Verbesserungsideen und Varianten	1037
38.5	Video-Player mit Menü	1037
	Ausgangspunkt	1038
	python-pygame-menu-class	1039
	uinput	1040
	Das Menüsystem	1040
	Start des Videosystems	1044
	Verbesserungsideen und Varianten	1045

39	Luftraumüberwachung	1047
39.1	Technischer Hintergrund und Hardware	1047
39.2	Software	1048
	Installation von RTL-SDR und dump1090	1049
	Die Position der Flugzeuge im Webbrowser verfolgen	1049
Index	1051