

## Auf einen Blick

1	Einleitung .....	21
2	So funktioniert Linux .....	43
3	Erste Schritte .....	115
4	Grundlagen der Shell .....	149
5	Prozesse in der Shell .....	179
6	Reguläre Ausdrücke .....	203
7	Werkzeuge für die Konsole .....	241
8	Eigene Shellskripte entwickeln .....	259
9	Der vi(m)-Editor .....	295
10	Grundlegende Administration .....	307
11	Netzwerke unter Linux .....	353
12	Softwareentwicklung .....	417
13	Umgang mit dem Raspberry Pi .....	463
A	Die Installation planen und durchführen .....	481

# Inhalt

Vorwort .....	19
---------------	----

## **1 Einleitung** 21

---

<b>1.1 Warum Linux?</b> .....	23
1.1.1 Man muss kein Informatiker sein ... ..	24
1.1.2 ... aber es hilft .....	24
<b>1.2 Grundbegriffe: Kernel, Distribution, Derivat</b> .....	25
1.2.1 Bekannte Distributionen und Derivate .....	25
1.2.2 Arten von Distributionen .....	26
<b>1.3 Die Entstehungsgeschichte von Linux</b> .....	27
1.3.1 Die Entstehung von Unix .....	28
1.3.2 BSD wird ins Leben gerufen .....	30
1.3.3 Die Geburtsstunde von Linux .....	32
1.3.4 Die Kernelversionen .....	34
1.3.5 Stallman und das GNU-Projekt .....	36
1.3.6 Geschichte der Distributionen .....	38
<b>1.4 Zusammenfassung</b> .....	41
<b>1.5 Aufgaben</b> .....	41

## **2 So funktioniert Linux** 43

---

<b>2.1 Grundlagen</b> .....	44
2.1.1 Prozessor .....	44
2.1.2 Speicher .....	46
2.1.3 Fairness und Schutz .....	50
2.1.4 Programmierung .....	52
2.1.5 Benutzung .....	60

<b>2.2</b>	<b>Aufgaben eines Betriebssystems</b>	61
2.2.1	Abstraktion	62
2.2.2	Virtualisierung	62
2.2.3	Ressourcenverwaltung	66
<b>2.3</b>	<b>Prozesse, Tasks und Threads</b>	66
2.3.1	Definitionen	67
2.3.2	Lebenszyklen eines Prozesses	73
2.3.3	Implementierung	81
<b>2.4</b>	<b>Speichermanagement</b>	86
2.4.1	Paging	86
2.4.2	Hardware	88
2.4.3	Organisation des Adressraums	91
<b>2.5</b>	<b>Eingabe und Ausgabe</b>	102
2.5.1	Hardware und Treiber	102
2.5.2	Interaktion mit Geräten	107
2.5.3	Ein-/Ausgabe für Benutzerprogramme	109
2.5.4	Dateisysteme	110
<b>2.6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	112
<b>2.7</b>	<b>Aufgaben</b>	113

## **3 Erste Schritte** 115

---

<b>3.1</b>	<b>Die Unix-Philosophie</b>	115
3.1.1	Kleine, spezialisierte Programme	116
3.1.2	Wenn du nichts zu sagen hast: Halt die Klappe	118
3.1.3	Die Shell	118
3.1.4	Administration	119
3.1.5	Netzwerktransparenz	119
<b>3.2</b>	<b>Der erste Kontakt mit dem System</b>	122
3.2.1	Booten	122
3.2.2	Login	123
3.2.3	Arbeiten am System	124

---

3.2.4	Die Linux-Verzeichnisstruktur .....	125
3.2.5	Das Rechtesystem .....	129
3.2.6	Herunterfahren .....	132
3.2.7	Wie Laufwerke bezeichnet werden .....	133
<b>3.3</b>	<b>Bewegen in der Shell .....</b>	<b>135</b>
3.3.1	Der Prompt .....	135
3.3.2	Absolute und relative Pfade .....	136
3.3.3	pwd .....	137
3.3.4	cd .....	137
<b>3.4</b>	<b>Arbeiten mit Dateien .....</b>	<b>139</b>
3.4.1	ls .....	139
3.4.2	more, less und most .....	140
3.4.3	Und Dateitypen? .....	141
<b>3.5</b>	<b>Der Systemstatus .....</b>	<b>142</b>
3.5.1	uname .....	142
3.5.2	uptime .....	143
3.5.3	date .....	143
<b>3.6</b>	<b>Hilfe .....</b>	<b>144</b>
3.6.1	Manpages .....	144
3.6.2	GNU info .....	147
3.6.3	Programmdokumentation .....	147
<b>3.7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>148</b>
<b>3.8</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>148</b>

---

## 4 Grundlagen der Shell 149

---

<b>4.1</b>	<b>Einführung und Überblick .....</b>	<b>149</b>
4.1.1	Welche Shells gibt es? .....	150
4.1.2	Welche Shell für dieses Buch? .....	151
4.1.3	Die Shell als Programm .....	151
4.1.4	Der Prompt .....	152
4.1.5	Shellintern vs. Programm .....	154

4.1.6	Kommandos aneinanderreihen .....	155
4.1.7	Mehrzeilige Kommandos .....	157
<b>4.2</b>	<b>Konsolen .....</b>	<b>157</b>
<b>4.3</b>	<b>screen .....</b>	<b>158</b>
<b>4.4</b>	<b>Besseres Arbeiten mit Verzeichnissen .....</b>	<b>160</b>
4.4.1	Pfade .....	160
4.4.2	Und das Ganze mit Pfaden ... ..	162
<b>4.5</b>	<b>Die elementaren Programme .....</b>	<b>163</b>
4.5.1	echo und Kommandosubstitution .....	163
4.5.2	sleep .....	164
4.5.3	Erstellen eines Alias .....	164
4.5.4	cat .....	165
<b>4.6</b>	<b>Programme für das Dateisystem .....</b>	<b>166</b>
4.6.1	mkdir – Erstellen eines Verzeichnisses .....	166
4.6.2	rmdir – Löschen von Verzeichnissen .....	167
4.6.3	cp – Kopieren von Dateien .....	168
4.6.4	mv – Verschieben einer Datei .....	168
4.6.5	rm – Löschen von Dateien .....	169
4.6.6	head und tail .....	169
<b>4.7</b>	<b>Ein- und Ausgabeumlenkung .....</b>	<b>170</b>
4.7.1	Fehlerausgabe und Verknüpfung von Ausgaben .....	172
4.7.2	Anhängen von Ausgaben .....	172
4.7.3	Gruppierung der Umlenkung .....	173
<b>4.8</b>	<b>Pipes .....</b>	<b>173</b>
4.8.1	Beispiel: sort und uniq verbinden .....	174
4.8.2	Beispiel: Zeichen vertauschen .....	174
4.8.3	Um- und Weiterleiten mit tee .....	175
4.8.4	Named Pipes (FIFOs) .....	175
<b>4.9</b>	<b>xargs .....</b>	<b>176</b>
<b>4.10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>177</b>
<b>4.11</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>177</b>

<b>5</b>	<b>Prozesse in der Shell</b>	<b>179</b>
<b>5.1</b>	<b>Sessions und Prozessgruppen</b>	<b>179</b>
<b>5.2</b>	<b>Vorder- und Hintergrundprozesse</b>	<b>181</b>
5.2.1	Prozessgruppen mit mehreren Prozessen	183
5.2.2	Wechseln zwischen Vorder- und Hintergrund	183
5.2.3	Jobs – behalten Sie sie im Auge	185
5.2.4	Hintergrundprozesse und Fehlermeldungen	187
5.2.5	Wann ist es denn endlich vorbei?	188
<b>5.3</b>	<b>Das kill-Kommando und Signale</b>	<b>188</b>
5.3.1	Welche Signale gibt es?	189
5.3.2	Beispiel: Anhalten und Fortsetzen eines Prozesses	191
<b>5.4</b>	<b>Prozessadministration</b>	<b>192</b>
5.4.1	Prozesspriorität	192
5.4.2	pstree	193
5.4.3	Prozesslistung mit Details via ps	195
5.4.4	top	198
5.4.5	Timing für Prozesse	200
<b>5.5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>201</b>
<b>5.6</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>201</b>
<b>6</b>	<b>Reguläre Ausdrücke</b>	<b>203</b>
<b>6.1</b>	<b>Grundlagen und Aufbau regulärer Ausdrücke</b>	<b>203</b>
<b>6.2</b>	<b>grep</b>	<b>205</b>
6.2.1	Aufrufparameter für grep	207
6.2.2	grep -E und egrep	207
6.2.3	Exkurs: PDF-Files mit grep durchsuchen	208
<b>6.3</b>	<b>awk</b>	<b>209</b>
6.3.1	awk starten	209
6.3.2	Arbeitsweise von awk	210

6.3.3	Reguläre Ausdrücke in awk anwenden .....	211
6.3.4	Einfache Strings .....	211
6.3.5	Der Punkt-Operator .....	212
6.3.6	Der Plus-Operator .....	212
6.3.7	Die Zeichenvorgabe .....	212
6.3.8	Negierte Zeichenvorgabe .....	213
6.3.9	Zeilenanfang und -ende .....	213
6.3.10	awk – etwas detaillierter .....	214
6.3.11	Zusätzliche Parameter beim Aufruf .....	216
6.3.12	awk und Variablen .....	217
6.3.13	Rechenoperationen .....	218
6.3.14	Bedingte Anweisungen in awk .....	219
6.3.15	Funktionen in awk .....	223
6.3.16	Builtin-Funktionen .....	225
6.3.17	Arrays und String-Operationen .....	229
6.3.18	Was noch fehlt .....	230
<b>6.4</b>	<b>sed</b> .....	230
6.4.1	Erste Schritte .....	230
6.4.2	sed-Befehle .....	232
6.4.3	Nach Zeilen filtern .....	237
6.4.4	Wiederholungen in regulären Ausdrücken .....	238
<b>6.5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	240
<b>6.6</b>	<b>Aufgaben</b> .....	240

---

## 7 Werkzeuge für die Konsole 241

---

<b>7.1</b>	<b>touch – Zeitstempel von Dateien setzen</b> .....	241
<b>7.2</b>	<b>cut – Dateiinhalte abschneiden</b> .....	242
<b>7.3</b>	<b>paste – Dateien zusammenfügen</b> .....	243
<b>7.4</b>	<b>tac – Dateiinhalt umdrehen</b> .....	244
<b>7.5</b>	<b>column – Ausgaben tabellenartig formatieren</b> .....	244
<b>7.6</b>	<b>colrm – Spalten entfernen</b> .....	245

<b>7.7</b>	<b>nl – Zeilennummern für Dateien</b>	247
<b>7.8</b>	<b>wc – Zählen von Zeichen, Zeilen und Wörtern</b>	247
<b>7.9</b>	<b>od – Dateien zur Zahlenbasis x ausgeben</b>	248
<b>7.10</b>	<b>split – Dateien aufspalten</b>	249
<b>7.11</b>	<b>script – Terminal-Sessions aufzeichnen</b>	250
<b>7.12</b>	<b>bc – der Rechner für die Konsole</b>	251
<b>7.13</b>	<b>Der Midnight Commander</b>	253
7.13.1	Bedienung	254
7.13.2	Verschiedene Ansichten	255
<b>7.14</b>	<b>Zusammenfassung</b>	256
<b>7.15</b>	<b>Aufgaben</b>	257

## **8 Eigene Shellskripte entwickeln** 259

<b>8.1</b>	<b>Grundlagen der Shellskript-Programmierung</b>	259
8.1.1	Was genau ist ein Shellskript?	260
8.1.2	Wie legen Sie los?	260
8.1.3	Das erste Shellskript	261
8.1.4	Kommentare	261
<b>8.2</b>	<b>Variablen</b>	262
8.2.1	Rechnen mit Variablen	264
8.2.2	Benutzereingaben für Variablen	266
<b>8.3</b>	<b>Arrays</b>	267
8.3.1	Neue Elemente hinzufügen	267
8.3.2	Array-Länge	267
<b>8.4</b>	<b>Kommandosubstitution und Schreibweisen</b>	267
<b>8.5</b>	<b>Argumentübergabe</b>	269
<b>8.6</b>	<b>Funktionen</b>	270
8.6.1	Eine simple Funktion	271
8.6.2	Funktionsparameter	272



8.6.3	Rückgabewerte .....	273
<b>8.7</b>	<b>Bedingte Anweisungen .....</b>	<b>275</b>
8.7.1	Vergleichen von Zahlen .....	276
8.7.2	Returncodes für Bedingungen nutzen .....	277
8.7.3	Case-Bedingungen .....	278
<b>8.8</b>	<b>Schleifen .....</b>	<b>280</b>
8.8.1	Die while-Schleife .....	280
8.8.2	Die for-Schleife .....	281
8.8.3	seq – Schleifen mit Aufzählungen .....	283
8.8.4	until .....	283
8.8.5	break – Schleifen abbrechen .....	284
<b>8.9</b>	<b>Menüs bilden mit select .....</b>	<b>284</b>
<b>8.10</b>	<b>Temporäre Dateien .....</b>	<b>286</b>
<b>8.11</b>	<b>Syslog-Meldungen via Shell .....</b>	<b>288</b>
<b>8.12</b>	<b>Pausen in Shellskripte einbauen .....</b>	<b>288</b>
<b>8.13</b>	<b>Startskripte .....</b>	<b>289</b>
<b>8.14</b>	<b>Das Auge isst mit: der Schreibstil .....</b>	<b>290</b>
<b>8.15</b>	<b>Ein paar Tipps zum Schluss .....</b>	<b>292</b>
<b>8.16</b>	<b>Weitere Fähigkeiten der Shell .....</b>	<b>292</b>
<b>8.17</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>293</b>
<b>8.18</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>293</b>

## **9 Der vi(m)-Editor** 295

---

<b>9.1</b>	<b>vi, vim, gvim und neovim .....</b>	<b>296</b>
<b>9.2</b>	<b>Erste Schritte .....</b>	<b>297</b>
<b>9.3</b>	<b>Kommando- und Eingabemodus .....</b>	<b>298</b>
<b>9.4</b>	<b>Dateien speichern .....</b>	<b>298</b>
<b>9.5</b>	<b>Arbeiten mit dem Eingabemodus .....</b>	<b>299</b>

---

<b>9.6</b>	<b>Navigation .....</b>	<b>300</b>
<b>9.7</b>	<b>Löschen von Textstellen .....</b>	<b>301</b>
<b>9.8</b>	<b>Textbereiche ersetzen .....</b>	<b>302</b>
<b>9.9</b>	<b>Kopieren von Textbereichen .....</b>	<b>303</b>
<b>9.10</b>	<b>Shiften .....</b>	<b>303</b>
<b>9.11</b>	<b>Die Suchfunktion .....</b>	<b>303</b>
<b>9.12</b>	<b>Konfiguration .....</b>	<b>304</b>
<b>9.13</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>305</b>
<b>9.14</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>305</b>

---

## **10 Grundlegende Administration** **307**

---

<b>10.1</b>	<b>Benutzerverwaltung .....</b>	<b>307</b>
10.1.1	Das Verwalten der Benutzerkonten .....	307
10.1.2	Benutzer und Gruppen .....	311
<b>10.2</b>	<b>Installation neuer Software .....</b>	<b>313</b>
10.2.1	Welches Paketsystem nutzen? .....	314
10.2.2	Das DEB-Paketsystem .....	314
10.2.3	Das RPM-Paketsystem .....	321
10.2.4	Softwareinstallation ohne Pakete .....	322
<b>10.3</b>	<b>Backups erstellen .....</b>	<b>325</b>
10.3.1	Die Sinnfrage .....	325
10.3.2	Backup eines ganzen Datenträgers .....	327
10.3.3	Backup ausgewählter Daten .....	329
<b>10.4</b>	<b>Logdateien und dmesg .....</b>	<b>332</b>
10.4.1	/var/log/messages .....	332
10.4.2	/var/log/wtmp .....	334
10.4.3	/var/log/Xorg.log .....	335
10.4.4	syslogd .....	335
10.4.5	logrotate und DoS-Angriffe .....	335
10.4.6	tail und head .....	336

<b>10.5</b>	<b>Weitere nützliche Programme</b>	337
10.5.1	Speicherverwaltung	337
10.5.2	Festplatten analysieren	339
10.5.3	Wer ist eingeloggt?	340
10.5.4	Offene Dateideskriptoren mit lsof	341
<b>10.6</b>	<b>Grundlegende Systemdienste</b>	342
10.6.1	cron	343
10.6.2	at	344
<b>10.7</b>	<b>Manpages</b>	345
<b>10.8</b>	<b>Dateien finden mit find</b>	347
10.8.1	Festlegung eines Auswahlkriteriums	348
10.8.2	Festlegung einer Aktion	351
<b>10.9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	352
<b>10.10</b>	<b>Aufgaben</b>	352

## 11 Netzwerke unter Linux 353

---

<b>11.1</b>	<b>Etwas Theorie</b>	353
11.1.1	TCP/IP	354
11.1.2	Ihr Heimnetzwerk	356
<b>11.2</b>	<b>Konfiguration einer Netzwerkschnittstelle</b>	358
11.2.1	Welche Netzwerkschnittstellen gibt es?	358
11.2.2	Konfiguration von Netzwerkkarten mit ip und ifconfig	361
11.2.3	Automatische Konfiguration: DHCP	365
<b>11.3</b>	<b>Routing</b>	366
11.3.1	Was ist Routing?	366
11.3.2	Der Befehl ip route	367
<b>11.4</b>	<b>Netzwerke benutzerfreundlich – DNS</b>	369
11.4.1	DNS	369
11.4.2	DNS und Linux	371
11.4.3	Windows und die Namensauflösung	373

11.4.4	Die Datei /etc/services .....	374
<b>11.5</b>	<b>Firewalls unter Linux</b> .....	375
11.5.1	ufw .....	375
11.5.2	firewalld .....	378
<b>11.6</b>	<b>Secure Shell</b> .....	380
11.6.1	Das SSH-Protokoll .....	380
11.6.2	Secure Shell nutzen .....	383
11.6.3	Der Secure-Shell-Server .....	387
<b>11.7</b>	<b>Das World Wide Web</b> .....	388
11.7.1	Das HTTP-Protokoll .....	388
11.7.2	Einrichten eines Apache-Webservers .....	392
11.7.3	Den Apache verwalten .....	396
<b>11.8</b>	<b>Windows-Netzwerkfreigaben</b> .....	397
11.8.1	Die smb.conf-Konfigurationsdatei .....	398
11.8.2	Benutzersetzup mit smbpasswd .....	400
11.8.3	Das Share verbinden .....	401
<b>11.9</b>	<b>Dateien tauschen mit klassischem FTP</b> .....	404
11.9.1	Das FTP-Protokoll .....	404
11.9.2	ftp .....	406
<b>11.10</b>	<b>Weitere nützliche Netzwerktools</b> .....	407
11.10.1	ping .....	408
11.10.2	netstat .....	409
11.10.3	nmap .....	411
11.10.4	tcpdump .....	413
<b>11.11</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	414
<b>11.12</b>	<b>Aufgaben</b> .....	415
<b>12</b>	<b>Softwareentwicklung</b> .....	417
<b>12.1</b>	<b>Interpreter und Compiler</b> .....	417
12.1.1	C und C++ .....	418

12.1.2	Python .....	420
12.1.3	Java .....	422
12.1.4	Was es sonst noch gibt .....	423
<b>12.2</b>	<b>Shared Libraries .....</b>	<b>424</b>
12.2.1	Vorteile der Shared Libraries .....	424
12.2.2	Statisches Linken .....	424
12.2.3	Dateien .....	425
<b>12.3</b>	<b>Debugging .....</b>	<b>425</b>
12.3.1	Vorbereitung .....	426
12.3.2	Konsolenarbeit .....	427
<b>12.4</b>	<b>Make .....</b>	<b>430</b>
12.4.1	Makefile .....	431
12.4.2	Makros .....	435
12.4.3	Shellvariablen in Makefiles .....	436
12.4.4	Einzelne Targets übersetzen .....	436
12.4.5	Spezielle Targets .....	436
12.4.6	Tipps im Umgang mit Make .....	437
<b>12.5</b>	<b>Die GNU-Autotools .....</b>	<b>438</b>
<b>12.6</b>	<b>Unix-Software veröffentlichen .....</b>	<b>442</b>
<b>12.7</b>	<b>Manpages erstellen .....</b>	<b>444</b>
12.7.1	groff nutzen .....	444
12.7.2	Manpages installieren .....	446
<b>12.8</b>	<b>Versionsmanagement mit Git .....</b>	<b>448</b>
12.8.1	Eine kurze Einführung .....	448
<b>12.9</b>	<b>Docker-Container erstellen .....</b>	<b>452</b>
12.9.1	Virtualisierung, Container und andere Betriebssysteme .....	452
12.9.2	Docker-Images bauen .....	453
12.9.3	Docker-Container starten und verwalten .....	457
12.9.4	Mit Containern interagieren .....	458
<b>12.10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>459</b>
<b>12.11</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>460</b>

<b>13</b>	<b>Umgang mit dem Raspberry Pi</b>	<b>463</b>
<b>13.1</b>	<b>Die Hardware</b>	<b>463</b>
13.1.1	Schnittstellen	465
13.1.2	Zubehör	466
<b>13.2</b>	<b>Die Inbetriebnahme</b>	<b>468</b>
13.2.1	Linux-Distributionen für den Raspberry Pi	468
13.2.2	SD-Karte mit einem Image bespielen	469
<b>13.3</b>	<b>Der Raspberry Pi als Homeserver</b>	<b>470</b>
13.3.1	Die initiale Konfiguration mit raspi-config	471
13.3.2	Die Grundlagen	473
13.3.3	Die weitere Konfiguration	474
<b>13.4</b>	<b>Der Raspberry Pi als Mediacenter</b>	<b>475</b>
13.4.1	Kodi konfigurieren	476
13.4.2	Freigaben einbinden – Filme, Serien und Musik	476
13.4.3	Add-ons konfigurieren	479
<b>13.5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>480</b>
<b>13.6</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>480</b>
<b>A</b>	<b>Die Installation planen und durchführen</b>	<b>481</b>
A.1	Die Anforderungen an Ihre Hardware	482
A.2	Hardwareunterstützung	482
A.3	Festplatten und Partitionen	485
A.4	Die Installation durchführen	491
A.5	Eine typische Linux-Installation durchführen	495
A.6	Zusammenfassung	498
<b>Index</b>		<b>499</b>