

## 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 Aufgaben eines Betriebssystems .....</b>	61
2.2.1 Abstraktion .....	62
2.2.2 Virtualisierung .....	62
2.2.3 Ressourcenverwaltung .....	66
<b>2.3 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 Speichermanagement .....</b>	86
2.4.1 Paging .....	86
2.4.2 Hardware .....	88
2.4.3 Organisation des Adressraums .....	91
<b>2.5 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 Zusammenfassung .....</b>	112
<b>2.7 Aufgaben .....</b>	113
<b>3 Erste Schritte</b>	115
<b>3.1 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 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> .....	157
<b>4.3</b>	<b>screen</b> .....	158
<b>4.4</b>	<b>Besseres Arbeiten mit Verzeichnissen</b> .....	160
4.4.1	Pfade .....	160
4.4.2	Und das Ganze mit Pfaden ... .....	162
<b>4.5</b>	<b>Die elementaren Programme</b> .....	163
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> .....	166
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> .....	170
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> .....	173
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> .....	176
<b>4.10</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	177
<b>4.11</b>	<b>Aufgaben</b> .....	177

<b>5</b>	<b>Prozesse in der Shell</b>	179
<b>5.1</b>	<b>Sessions und Prozessgruppen</b>	179
<b>5.2</b>	<b>Vorder- und Hintergrundprozesse</b>	181
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>	188
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>	192
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>	201
<b>5.6</b>	<b>Aufgaben</b>	201
<b>6</b>	<b>Reguläre Ausdrücke</b>	203
<b>6.1</b>	<b>Grundlagen und Aufbau regulärer Ausdrücke</b>	203
<b>6.2</b>	<b>grep</b>	205
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>	209
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>	<b>230</b>
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>	<b>240</b>
<b>6.6</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>240</b>

---

## **7 Werkzeuge für die Konsole**

---

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

<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**

---

<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>
<b>9</b>	<b>Der vi(m)-Editor .....</b>	<b>295</b>
<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>	300
<b>9.7</b>	<b>Löschen von Textstellen</b>	301
<b>9.8</b>	<b>Textbereiche ersetzen</b>	302
<b>9.9</b>	<b>Kopieren von Textbereichen</b>	303
<b>9.10</b>	<b>Shiften</b>	303
<b>9.11</b>	<b>Die Suchfunktion</b>	303
<b>9.12</b>	<b>Konfiguration</b>	304
<b>9.13</b>	<b>Zusammenfassung</b>	305
<b>9.14</b>	<b>Aufgaben</b>	305

---

## 10 Grundlegende Administration

307

<b>10.1</b>	<b>Benutzerverwaltung</b>	307
10.1.1	Das Verwalten der Benutzerkonten	307
10.1.2	Benutzer und Gruppen	311
<b>10.2</b>	<b>Installation neuer Software</b>	313
10.2.1	Welches Paketssystem nutzen?	314
10.2.2	Das DEB-Paketssystem	314
10.2.3	Das RPM-Paketssystem	321
10.2.4	Softwareinstallation ohne Pakete	322
<b>10.3</b>	<b>Backups erstellen</b>	325
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>	332
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 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 Grundlegende Systemdienste</b> .....	342
10.6.1 cron .....	343
10.6.2 at .....	344
<b>10.7 Manpages</b> .....	345
<b>10.8 Dateien finden mit find</b> .....	347
10.8.1 Festlegung eines Auswahlkriteriums .....	348
10.8.2 Festlegung einer Aktion .....	351
<b>10.9 Zusammenfassung</b> .....	352
<b>10.10 Aufgaben</b> .....	352

---

## **11 Netzwerke unter Linux**

---

<b>11.1 Etwas Theorie</b> .....	353
11.1.1 TCP/IP .....	354
11.1.2 Ihr Heimnetzwerk .....	356
<b>11.2 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 Routing</b> .....	366
11.3.1 Was ist Routing? .....	366
11.3.2 Der Befehl ip route .....	367
<b>11.4 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>	<b>375</b>
11.5.1	ufw .....	375
11.5.2	firewalld .....	378
<b>11.6</b>	<b>Secure Shell .....</b>	<b>380</b>
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>	<b>388</b>
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>	<b>397</b>
11.8.1	Die smb.conf-Konfigurationsdatei .....	398
11.8.2	Benutzersetup mit smbpasswd .....	400
11.8.3	Das Share verbinden .....	401
<b>11.9</b>	<b>Dateien tauschen mit klassischem FTP .....</b>	<b>404</b>
11.9.1	Das FTP-Protokoll .....	404
11.9.2	ftp .....	406
<b>11.10</b>	<b>Weitere nützliche Netzwerktools .....</b>	<b>407</b>
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>	<b>414</b>
<b>11.12</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>415</b>

---

## 12 Softwareentwicklung

---

<b>12.1</b>	<b>Interpreter und Compiler .....</b>	<b>417</b>
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	Konsolnarbeit .....	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 Umgang mit dem Raspberry Pi</b>	463
<b>13.1 Die Hardware</b> .....	463
13.1.1 Schnittstellen .....	465
13.1.2 Zubehör .....	466
<b>13.2 Die Inbetriebnahme</b> .....	468
13.2.1 Linux-Distributionen für den Raspberry Pi .....	468
13.2.2 SD-Karte mit einem Image bespielen .....	469
<b>13.3 Der Raspberry Pi als Homeserver</b> .....	470
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 Der Raspberry Pi als Mediencenter</b> .....	475
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 Zusammenfassung</b> .....	480
<b>13.6 Aufgaben</b> .....	480
<b>A</b> Die Installation planen und durchführen .....	481
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> .....	499