

# Linux

Das umfassende Handbuch

# DAS INHALTS- VERZEICHNIS

» Hier geht's  
direkt  
zum Buch

# Auf einen Blick

## Teil I

Installation..... 25

## Teil II

Linux anwenden..... 103

## Teil III

Linux-Grundlagen..... 227

## Teil IV

Text- und Code-Editoren..... 421

## Teil V

Systemkonfiguration und Administration ..... 469

## Teil VI

Server-Konfiguration ..... 865

## Teil VII

Sicherheit..... 1123

## Teil VIII

Virtualisierung, Container und Co. .... 1259



# Inhalt

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

## TEIL I    Installation

---

<b>1    Was ist Linux?</b> .....	27
1.1   Einführung .....	27
1.2   Hardware-Unterstützung .....	28
1.3   Distributionen .....	29
1.4   Open-Source-Lizenzen (GPL & Co.) .....	34
1.5   Die Geschichte von Linux .....	37
 <b>2    Installationsgrundlagen</b> .....	41
2.1   Voraussetzungen .....	41
2.2   BIOS und EFI .....	42
2.3   Installationsvarianten .....	45
2.4   Überblick über den Installationsprozess .....	48
2.5   Grundlagen der Partitionierung .....	50
2.6   LVM und Verschlüsselung .....	53
2.7   Linux-Partitionen anlegen .....	56
2.8   Installationsumfang festlegen .....	60
2.9   Grundkonfiguration .....	61
2.10   Probleme beheben .....	63
2.11   Systemveränderungen, Erweiterungen, Updates .....	65
2.12   Linux wieder entfernen .....	67
 <b>3    Installationsanleitungen</b> .....	69
3.1   Die Qual der Wahl .....	69
3.2   Debian .....	74
3.3   Fedora .....	83

3.4	Ubuntu .....	89
3.5	CachyOS .....	96

## TEIL II Linux anwenden

---

<b>4</b>	<b>Gnome .....</b>	<b>105</b>
4.1	Erste Schritte .....	107
4.2	Dateimanager .....	114
4.3	Systemkonfiguration .....	121
4.4	Gnome Tweaks .....	130
4.5	Gnome-Shell-Erweiterungen .....	131
4.6	Screenshots .....	136
4.7	Freigaben und Fernanmeldung .....	136
4.8	Gnome-Interna .....	141
<b>5</b>	<b>KDE .....</b>	<b>147</b>
5.1	Bedienung .....	149
5.2	Dateimanager .....	152
5.3	KDE-Konfiguration .....	155
5.4	Screenshots .....	159
<b>6</b>	<b>Desktop-Apps .....</b>	<b>161</b>
6.1	Firefox .....	162
6.2	Google Chrome und Chromium .....	163
6.3	Thunderbird .....	165
6.4	Multimedia-Grundlagen .....	169
6.5	Shotwell .....	173
6.6	digiKam .....	175
6.7	GIMP .....	177
6.8	RawTherapee und Darktable .....	180
6.9	draw.io .....	180
6.10	Audio-Player .....	182
6.11	VLC .....	184

6.12	Audio- und Video-Tools .....	185
6.13	Etcher .....	189
<b>7</b>	<b>Raspberry Pi .....</b>	<b>191</b>
7.1	Grundlagen .....	192
7.2	Raspberry Pi OS installieren und konfigurieren .....	195
7.3	Der PIXEL-Desktop .....	202
7.4	Hardware-Basteleien .....	207
7.5	Kamera .....	217
7.6	SSD .....	219
7.7	Interna .....	222

## TEIL III Linux-Grundlagen

---

<b>8</b>	<b>Arbeiten im Terminal .....</b>	<b>229</b>
8.1	Textkonsolen .....	230
8.2	Terminal .....	231
8.3	Textdateien anzeigen .....	234
8.4	Texteditoren .....	235
8.5	Hilfetexte und Online-Dokumentation lesen .....	238
<b>9</b>	<b>bash .....</b>	<b>241</b>
9.1	Was ist eine Shell? .....	241
9.2	Konfiguration .....	243
9.3	Kommandoeingabe .....	246
9.4	Ein- und Ausgabeumleitung .....	251
9.5	Kommandos ausführen .....	254
9.6	Globber, Substitution und Expansion .....	256
9.7	Variablen .....	263
9.8	bash-Scripts .....	266
9.9	Grundregeln für bash-Scripts .....	272
9.10	Variablen in bash-Scripts .....	274
9.11	Verzweigungen, Schleifen und Funktionen .....	279
9.12	Referenz wichtiger bash-Sonderzeichen .....	286

<b>10</b>	<b>zsh</b>	289
10.1	Installation und Konfiguration	290
10.2	Anwendung	295
10.3	Oh my zsh!	298
<b>11</b>	<b>fish</b>	301
11.1	Installation und erste Schritte	301
11.2	Konfiguration	305
11.3	Interna und Programmierung	308
<b>12</b>	<b>Dateien und Verzeichnisse</b>	311
12.1	Umgang mit Dateien und Verzeichnissen	311
12.2	Links	322
12.3	Dateien suchen (find, grep, locate)	325
12.4	Mehr Komfort mit modernen Kommandos	331
12.5	Zugriffsrechte, Benutzer und Gruppenzugehörigkeit	334
12.6	Spezialbits und die umask-Einstellung	341
12.7	Access Control Lists und Extended Attributes	347
12.8	Die Linux-Verzeichnisstruktur	351
12.9	Device-Dateien	354
<b>13</b>	<b>Prozessverwaltung</b>	357
13.1	Prozesse starten, verwalten und stoppen	357
13.2	Prozesse unter einer anderen Identität ausführen (su)	364
13.3	sudo	366
13.4	Polkit	372
13.5	Systemprozesse (Dämonen)	375
13.6	Prozesse automatisch starten (Cron)	378
13.7	Prozesse automatisch starten (systemd-Timer)	382
<b>14</b>	<b>Konverter für Grafik, Text und Multimedia</b>	387
14.1	Grafik-Konverter	387
14.2	Audio- und Video-Konverter	389

14.3	Dokumentkonverter (PostScript, PDF, HTML, LaTeX) .....	390
14.4	Markdown und Pandoc .....	395
<b>15</b>	<b>Netzwerk-Tools</b> .....	399
15.1	Netzwerkstatus ermitteln .....	399
15.2	Auf anderen Rechnern arbeiten (SSH) .....	404
15.3	Dateien übertragen (wget, curl, ftp) .....	411
15.4	Lynx .....	416
15.5	Mutt .....	417
 <b>TEIL IV Text- und Code-Editoren</b>		
<b>16</b>	<b>Visual Studio Code</b> .....	423
16.1	Installation und erste Schritte .....	424
16.2	Konfiguration .....	427
16.3	Git-Funktionen .....	430
16.4	Remote-SSH-Erweiterung .....	431
<b>17</b>	<b>Vim</b> .....	435
17.1	Schnelleinstieg .....	437
17.2	Text bearbeiten .....	440
17.3	Suchen und Ersetzen .....	443
17.4	Mehrere Dateien gleichzeitig bearbeiten .....	445
17.5	Interna .....	447
17.6	Tipps und Tricks .....	448
<b>18</b>	<b>Emacs</b> .....	451
18.1	Schnelleinstieg .....	451
18.2	Text bearbeiten .....	454
18.3	Suchen und Ersetzen .....	458
18.4	Puffer und Fenster .....	462
18.5	Bearbeitungsmodi .....	463
18.6	Konfiguration .....	465

## TEIL V Systemkonfiguration und Administration

---

<b>19</b>	<b>Basiskonfiguration</b>	471
19.1	Einführung	471
19.2	Konfiguration der Textkonsolen	475
19.3	Datum und Uhrzeit	477
19.4	Datum und Uhrzeit via NTP synchronisieren	479
19.5	Benutzer und Gruppen, Passwörter	481
19.6	PAM	493
19.7	Spracheinstellung, Internationalisierung, Unicode	497
19.8	Hardware-Referenz	502
19.9	CPU-Tuning	512
19.10	Notebook-Optimierung	517
19.11	Drucksystem (CUPS)	523
19.12	Syslog	531
19.13	Journal	539
19.14	Cockpit	543
<b>20</b>	<b>Netzwerkkonfiguration</b>	547
20.1	Der NetworkManager	547
20.2	Grundlagen	555
20.3	Manuelle Konfiguration	563
20.4	Konfigurationsdateien	573
20.5	Distributionsspezifische Konfiguration	576
20.6	Zeroconf und Avahi	585
<b>21</b>	<b>Software- und Paketverwaltung</b>	587
21.1	Einführung	587
21.2	dnf und rpm (Fedora, RHEL)	593
21.3	zypper (SUSE)	607
21.4	apt und dpkg (Debian, Ubuntu)	608
21.5	pacman (Arch Linux)	627
21.6	PackageKit	632
21.7	Firmware-, BIOS- und EFI-Updates	633
21.8	Verwaltung von Parallelinstallationen (alternatives)	637
21.9	Flatpak und Snap	639



<b>22</b>	<b>Grafiksystem</b>	<b>647</b>
22.1	Grundlagen	648
22.2	Grafiktreiber	653
22.3	Den Status des Grafiksystems feststellen	661
22.4	Start des Grafiksystems	666
22.5	Dynamische Konfigurationsänderungen mit RandR	670
<b>23</b>	<b>Administration des Dateisystems</b>	<b>673</b>
23.1	Wie alles zusammenhängt	675
23.2	USB-Datenträger formatieren und nutzen	676
23.3	Device-Namen	680
23.4	Partitionierung der Festplatte oder SSD	685
23.5	Das parted-Kommando	688
23.6	Partitionierungswerkzeuge mit grafischer Benutzeroberfläche	694
23.7	Dateisystemtypen	696
23.8	mount und /etc/fstab	701
23.9	systemd versus /etc/fstab	710
23.10	Das ext-Dateisystem (ext2, ext3, ext4)	713
23.11	Das btrfs-Dateisystem	718
23.12	Das xfs-Dateisystem	734
23.13	Windows-Dateisysteme (VFAT, exFAT und NTFS)	736
23.14	Swap-Partitionen und -Dateien	740
23.15	RAID	744
23.16	Logical Volume Manager (LVM)	755
23.17	SMART	760
23.18	SSD-TRIM	766
23.19	Verschlüsselung	767
<b>24</b>	<b>GRUB</b>	<b>779</b>
24.1	GRUB-Grundlagen	779
24.2	Initrd-Dateien	785
24.3	GRUB-Bedienung (Anwendersicht)	789
24.4	GRUB-Konfiguration	791
24.5	Manuelle GRUB-Installation und Erste Hilfe	795
24.6	systemd-boot	799
24.7	Limine	802

<b>25</b>	<b>systemd</b>	805
25.1	Grundlagen	805
25.2	Eigene systemd-Services	815
25.3	Distributionsspezifische Details beim Systemstart	819
25.4	shutdown, reboot und halt	821
25.5	Das traditionelle Init-V-System	823
<b>26</b>	<b>Kernel und Module</b>	827
26.1	Kernelmodule	828
26.2	Device Trees	834
26.3	Kernelmodule selbst kompilieren	837
26.4	Kernel selbst konfigurieren und kompilieren	840
26.5	Kernel-Live-Patches	851
26.6	Die Verzeichnisse /proc und /sys	854
26.7	Kernel-Boot-Optionen	856
26.8	Kernelparameter verändern	860
26.9	Spectre und Meltdown	860

## TEIL VI Server-Konfiguration

---

<b>27</b>	<b>Server-Installation</b>	867
27.1	Grundlagen	867
27.2	Red Hat Enterprise Linux	875
27.3	Ubuntu Server	883
27.4	Debian-Server-Installation	886
27.5	Elastic Compute Cloud	888
27.6	Hetzner Cloud Hosting	900
<b>28</b>	<b>Secure Shell (SSH)</b>	905
28.1	Installation	905
28.2	Konfiguration und Absicherung	906
28.3	Fail2Ban	909
28.4	Authentifizierung mit Schlüsseln	911
28.5	Zwei-Faktor-Authentifizierung	916
28.6	Zusatzwerkzeuge	922

<b>29</b>	<b>Apache</b>	925
29.1	Apache	926
29.2	Apache-Konfiguration	928
29.3	Verschlüsselte Verbindungen (HTTPS)	932
29.4	Let's Encrypt	939
29.5	Webverzeichnisse einrichten und absichern	947
29.6	Virtuelle Hosts	955
29.7	Webzugriffsstatistiken	958
29.8	PHP	962
29.9	nginx	965
<b>30</b>	<b>MySQL und MariaDB</b>	969
30.1	Installation und Inbetriebnahme	970
30.2	Administrationswerkzeuge	979
30.3	Backups	983
30.4	WordPress installieren	986
<b>31</b>	<b>Postfix und Dovecot</b>	991
31.1	Einführung und Grundlagen	991
31.2	Postfix (MTA)	1003
31.3	Postfix-Verschlüsselung (TLS/STARTTLS)	1012
31.4	Postfix-Konten	1018
31.5	Dovecot (IMAP-Server)	1029
31.6	Client-Konfiguration	1037
31.7	SpamAssassin	1038
31.8	ClamAV (Virenabwehr)	1045
31.9	SPF, DKIM und DMARC	1048
31.10	Konfigurationstest und Fehlersuche	1058
<b>32</b>	<b>Nextcloud</b>	1061
32.1	Installation	1062
32.2	Konfiguration	1068
32.3	Wartung	1072
32.4	Betrieb	1074
32.5	Kontakte und Termine	1076
32.6	Videokonferenzen (Talk)	1079

<b>33</b>	<b>Samba</b>	1081
33.1	Grundlagen und Glossar	1083
33.2	Basiskonfiguration und Inbetriebnahme	1086
33.3	Passwortverwaltung	1093
33.4	Netzwerkverzeichnisse	1100
33.5	Beispiel – Home- und Medien-Server	1105
33.6	Beispiel – Firmen-Server	1109
33.7	Linux-Client-Konfiguration	1112
33.8	Windows-Client-Konfiguration	1120

## TEIL VII Sicherheit

---

<b>34</b>	<b>Backup und Synchronisation</b>	1125
34.1	Déjà Dup	1126
34.2	Back In Time	1128
34.3	Grsync	1131
34.4	Syncthing	1133
34.5	Inkrementelle Backup-Tools (rdiff-backup, rsnapshot, Borg Backup)	1138
34.6	Dateien komprimieren und archivieren	1147
34.7	Verzeichnisse synchronisieren (rsync)	1150
34.8	Backup-Scripts	1154
34.9	Backups auf S3-Speicher	1157
<b>35</b>	<b>Firewalls</b>	1163
35.1	Netzwerkgrundlagen und -analyse	1163
35.2	Basisabsicherung von Netzwerkdiensten	1169
35.3	Firewall-Grundlagen	1173
35.4	Firewall-Konfigurationshilfen	1174
35.5	Firewall mit nft selbst gebaut	1181
35.6	Geo-Blocking	1193
<b>36</b>	<b>SELinux und AppArmor</b>	1199
36.1	SELinux	1199
36.2	AppArmor	1207

<b>37</b>	<b>Monitoring mit Prometheus und Grafana</b>	1215
37.1	Monitoring-Grundlagen	1216
37.2	Setup-Überblick	1219
37.3	Den Node Exporter auf dem zu überwachenden Server installieren	1222
37.4	Docker-Setup für Traefik, Grafana und Prometheus	1225
37.5	Prometheus-Weboberfläche	1233
37.6	Grafana-Weboberfläche	1236
37.7	Den Node Exporter absichern	1238
37.8	Den Monitoring-Host überwachen	1242
37.9	Automatische Benachrichtigungen (Alerts)	1243
37.10	Monitoring für Webserver (Blackbox Exporter)	1251
37.11	Monitoring für MariaDB/MySQL	1255

## TEIL VIII Virtualisierung, Container und Co.

---

<b>38</b>	<b>VirtualBox</b>	1261
38.1	VirtualBox installieren	1262
38.2	VirtualBox-Maschinen einrichten	1267
38.3	Arbeitstechniken und Konfigurationstipps	1273
<b>39</b>	<b>QEMU/KVM</b>	1279
39.1	Grundlagen	1280
39.2	Der Virtual Machine Manager	1289
39.3	libvirt-Kommandos	1296
39.4	Integration in das lokale Netzwerk (Netzwerkbrücke)	1302
39.5	Manipulation von Image-Dateien	1306
<b>40</b>	<b>Docker und Podman</b>	1313
40.1	Grundlagen und Nomenklatur	1315
40.2	Installation	1319
40.3	Docker oder Podman kennenlernen	1325
40.4	Container-Administration	1339
40.5	Eigene Images erzeugen (Dockerfile)	1346
40.6	Container-Setups mit compose	1354

40.7	Docker-Interna .....	1357
40.8	Podman-Interna .....	1361
<b>41</b>	<b>Windows Subsystem for Linux (WSL) .....</b>	<b>1365</b>
41.1	WSL ausprobieren .....	1366
41.2	WSL-Netzwerkanbindung .....	1371
41.3	Das Kommando wsl und WSL-Konfiguration .....	1373
<b>42</b>	<b>KI-Sprachmodelle ausführen .....</b>	<b>1377</b>
42.1	Grundlagen von Sprachmodellen .....	1378
42.2	GPT4All .....	1379
42.3	Ollama .....	1381
42.4	llama.cpp .....	1392
	Index .....	1401