

Inhalt

Vorwort	19
Konzeption	21
TEIL I	Installation
<hr/>	
1	Was ist Linux? 25
1.1	Einführung 25
1.2	Hardware-Unterstützung 26
1.3	Distributionen 27
1.4	Open-Source-Lizenzen (GPL & Co.) 31
1.5	Die Geschichte von Linux 34
1.6	Software-Patente und andere Ärgernisse 35
2	Installationsgrundlagen 37
2.1	Voraussetzungen 37
2.2	BIOS und EFI 38
2.3	Installationsvarianten 42
2.4	Überblick über den Installationsprozess 44
2.5	Start der Linux-Installation 46
2.6	Grundlagen der Festplattenpartitionierung 47
2.7	LVM und Verschlüsselung 53
2.8	Partitionierung der Festplatte 56
2.9	Installationsumfang festlegen 62
2.10	Grundkonfiguration 63
2.11	Probleme beheben 66
2.12	Systemveränderungen, Erweiterungen, Updates 68
2.13	Linux wieder entfernen 71
3	Installationsanleitungen 73
3.1	Debian 74
3.2	Fedora 83

3.3	Linux Mint	91
3.4	openSUSE	94
3.5	Pop!_OS	102
3.6	Ubuntu	107

TEIL II Linux anwenden

4	Gnome	119
4.1	Erste Schritte	120
4.2	Dateimanager	126
4.3	Systemkonfiguration	136
4.4	Schriften (Fonts)	148
4.5	Gnome Tweak Tool	150
4.6	Gnome-Shell-Erweiterungen	152
4.7	Gnome Shell Themes	158
4.8	Gnome-Interna	159
4.9	Der Gnome-Klassikmodus	163
4.10	MATE	164
4.11	Cinnamon	166
5	KDE	169
5.1	Grundlagen	170
5.2	Bedienung	171
5.3	KDE-Dateimanager	176
5.4	KDE-Konfiguration	180
6	Desktop-Apps und Tools	185
6.1	Firefox	186
6.2	Google Chrome	191
6.3	Thunderbird	194
6.4	Evolution, KMail und Geary	201
6.5	Dropbox	207
6.6	FileZilla und BitTorrent	210
6.7	Syncthing	212
6.8	GSCconnect und KDE-Connect	217
6.9	Shotwell	221
6.10	digiKam	223

6.11	GIMP	225
6.12	RawTherapee, Darktable und Luminance (RAW- und HDR-Bilder)	228
6.13	Multimedia-Grundlagen	230
6.14	Rhythmbox, AmaroK & Co	233
6.15	Spotify	236
6.16	VLC	237
6.17	Audio- und Video-Tools	239
6.18	Etcher	244
6.19	Texpander	246
7	Raspberry Pi	249
7.1	Grundlagen	250
7.2	Raspbian installieren und konfigurieren	254
7.3	Hardware-Basteleien	266
7.4	Interneta und Backups	285
7.5	Kodi und LibreELEC	292
7.6	Wenn es Probleme gibt	303

TEIL III Linux-Grundlagen

8	Arbeiten im Terminal	309
8.1	Textkonsolen und Terminalfenster	310
8.2	Textdateien anzeigen und editieren	315
8.3	man und info	320
9	bash (Shell)	323
9.1	Was ist eine Shell?	323
9.2	Basiskonfiguration	325
9.3	Kommandoeingabe	326
9.4	Ein- und Ausgabeumleitung	331
9.5	Kommandos ausführen	335
9.6	Substitutionsmechanismen	337
9.7	Shell-Variablen	342
9.8	Beispiele für bash-Scripts	346
9.9	Grundregeln für bash-Scripts	353
9.10	Variablen in bash-Scripts	355
9.11	Codestrukturierung in bash-Scripts	361

9.12	Referenz wichtiger bash-Sonderzeichen	370
10	Dateien und Verzeichnisse	373
10.1	Umgang mit Dateien und Verzeichnissen	373
10.2	Links	384
10.3	Dateitypen (MIME)	386
10.4	Dateien suchen (find, grep, locate)	388
10.5	Zugriffsrechte, Benutzer und Gruppenzugehörigkeit	393
10.6	Spezialbits und die umask-Einstellung	399
10.7	Access Control Lists und Extended Attributes	405
10.8	Die Linux-Verzeichnisstruktur	410
10.9	Device-Dateien	413
11	Prozessverwaltung	417
11.1	Prozesse starten, verwalten und stoppen	417
11.2	Prozesse unter einer anderen Identität ausführen (su)	425
11.3	Prozesse unter einer anderen Identität ausführen (sudo)	427
11.4	Prozesse unter einer anderen Identität ausführen (PolicyKit)	432
11.5	Systemprozesse (Dämonen)	435
11.6	Prozesse automatisch starten (Cron)	439
11.7	Prozesse automatisch starten (systemd-Timer)	443
12	Konverter für Grafik, Text und Multimedia	449
12.1	Grafik-Konverter	449
12.2	Audio- und Video-Konverter	451
12.3	Textkonverter (Zeichensatz und Zeilentrennung)	453
12.4	Dokumentkonverter (PostScript, PDF, HTML, LaTeX)	454
12.5	Markdown und Pandoc	462
13	Netzwerk-Tools	467
13.1	Netzwerkstatus ermitteln	467
13.2	Auf anderen Rechnern arbeiten (SSH)	471
13.3	Dateien übertragen (FTP & Co.)	477
13.4	Lynx	481
13.5	Mutt	482

TEIL IV Text- und Code-Editoren

14	Vim	487
14.1	Schnelleinstieg	489
14.2	Cursorbewegung	491
14.3	Text bearbeiten	492
14.4	Suchen und Ersetzen	496
14.5	Mehrere Dateien gleichzeitig bearbeiten	497
14.6	Interna	500
14.7	Tipps und Tricks	502
15	Emacs	505
15.1	Schnelleinstieg	505
15.2	Grundlagen	509
15.3	Cursorbewegung	511
15.4	Text markieren, löschen und einfügen	513
15.5	Text bearbeiten	514
15.6	Fließtext	518
15.7	Suchen und Ersetzen	520
15.8	Puffer und Fenster	524
15.9	Besondere Bearbeitungsmodi	525
15.10	Konfiguration	527
15.11	MELPA	530
15.12	Unicode	531
16	Atom und VSCode	535
16.1	Atom	536
16.2	VSCode	543

TEIL V Systemkonfiguration und Administration

17	Basiskonfiguration	551
17.1	Einführung	551
17.2	Konfiguration der Textkonsolen	555
17.3	Datum und Uhrzeit	557
17.4	Datum und Uhrzeit via NTP synchronisieren	559

17.5	Benutzer und Gruppen, Passwörter	562
17.6	PAM, NSS und nscd	573
17.7	Spracheinstellung, Internationalisierung, Unicode	579
17.8	Hardware-Referenz	584
17.9	CPU-Tuning und -Undervolting	595
17.10	Notebook-Optimierung	600
17.11	Drucksystem (CUPS)	607
17.12	Logging (Syslog)	615
17.13	Logging (Journal)	623
17.14	Cockpit	626
18	Netzwerkkonfiguration	631
18.1	Der NetworkManager	631
18.2	Netzwerkgrundlagen und Glossar	641
18.3	Manuelle LAN- und WLAN-Konfiguration	651
18.4	LAN-Konfigurationsdateien	660
18.5	Distributionspezifische Konfigurationsdateien	665
18.6	Zeroconf und Avahi	677
19	Software- und Paketverwaltung	681
19.1	Einführung	681
19.2	RPM-Paketverwaltung	685
19.3	Yum und DNF	688
19.4	ZYpp	698
19.5	Debian-Paketverwaltung (dpkg)	700
19.6	APT	703
19.7	PackageKit	713
19.8	Firmware-, BIOS- und EFI-Updates	714
19.9	Verwaltung von Parallelinstallationen (alternatives)	717
19.10	Flatpak und Snap	719
19.11	Distributionspezifische Eigenheiten	726
20	Grafiksystem	737
20.1	Grundlagen	738
20.2	Grafiktreiber	743
20.3	NVIDIA-Treiberinstallation	748
20.4	Status des Grafiksystems feststellen	754
20.5	Start des Grafiksystems	757

20.6	Konfiguration von X (xorg.conf)	762
20.7	Dynamische Konfigurationsänderungen mit RandR	770
21	Administration des Dateisystems	775
21.1	Wie alles zusammenhängt	777
21.2	USB-Datenträger formatieren und nutzen	779
21.3	Device-Namen für Festplatten und andere Datenträger	782
21.4	Partitionierung der Festplatte oder SSD	787
21.5	parted-Kommando	790
21.6	Partitionierungswerkzeuge mit grafischer Benutzeroberfläche	795
21.7	Dateisystemtypen	797
21.8	mount und /etc/fstab	801
21.9	Dateisystemgrundlagen	811
21.10	Das ext-Dateisystem (ext2, ext3, ext4)	814
21.11	Das btrfs-Dateisystem	819
21.12	Das xfs-Dateisystem	833
21.13	Windows-Dateisysteme (vfat, ntfs)	835
21.14	CDs und DVDs	839
21.15	Externe Datenträger	841
21.16	Swap-Partitionen und -Dateien	842
21.17	RAID	845
21.18	Logical Volume Manager (LVM)	856
21.19	SMART	861
21.20	SSD-TRIM	865
21.21	Verschlüsselung	866
22	GRUB	875
22.1	GRUB-Grundlagen	875
22.2	GRUB-Bedienung (Anwendersicht)	884
22.3	GRUB-Konfiguration	885
22.4	Manuelle GRUB-Installation und Erste Hilfe	896
22.5	systemd-boot	901
23	Das Init-System	905
23.1	systemd	905
23.2	Eigene systemd-Services	915
23.3	shutdown, reboot und halt	918
23.4	Das traditionelle Init-V-System	920

23.5	Systemstart bei CentOS, Fedora und RHEL	922
23.6	Systemstart bei Debian, Raspbian und Ubuntu	924
23.7	Systemstart bei SUSE/openSUSE	926
24	Kernel und Module	927
24.1	Kernelmodule	928
24.2	Device Trees	934
24.3	Kernelmodule selbst kompilieren	937
24.4	Kernel selbst konfigurieren und kompilieren	940
24.5	Kernelneustart mit kexec	951
24.6	Kernel-Live-Patches	952
24.7	Die Verzeichnisse /proc und /sys	955
24.8	Kernel-Boot-Optionen	957
24.9	Kernelparameter verändern	961
24.10	Spectre, Meltdown & Co.	961

TEIL VI Server-Konfiguration

25	Server-Installation	967
25.1	Grundlagen	968
25.2	CentOS und Red Hat Enterprise Linux	975
25.3	Ubuntu Server	983
25.4	Clear Linux	989
25.5	Elastic Compute Cloud	995
25.6	Hetzner Cloud Hosting	1011
26	Secure Shell (SSH)	1017
26.1	Installation	1017
26.2	Konfiguration und Absicherung	1018
26.3	Fail2Ban	1021
26.4	Authentifizierung mit Schlüsseln	1022
26.5	Zusatzwerkzeuge	1025
27	Apache	1031
27.1	Apache	1031
27.2	Webverzeichnisse einrichten und absichern	1039
27.3	Virtuelle Hosts	1047

27.4	Verschlüsselte Verbindungen (HTTPS)	1052
27.5	Let's Encrypt	1063
27.6	Webzugriffsstatistiken	1070
27.7	PHP	1075
27.8	NGINX	1078
27.9	FTP-Server (vsftpd)	1081
28	MySQL und MariaDB	1085
28.1	Installation und Inbetriebnahme	1086
28.2	Administrationswerkzeuge	1097
28.3	Backups	1101
28.4	WordPress installieren	1105
29	Postfix und Dovecot	1109
29.1	Einführung und Grundlagen	1109
29.2	Postfix (MTA)	1121
29.3	Postfix-Verschlüsselung (TLS/STARTTLS)	1129
29.4	Postfix-Konten	1136
29.5	Dovecot (POP- und IMAP-Server)	1146
29.6	Client-Konfiguration	1154
29.7	Spam-Abwehr	1154
29.8	ClamAV (Virenabwehr)	1163
29.9	SPF, DKIM und DMARC	1165
29.10	Konfigurationstest und Fehlersuche	1175
30	Nextcloud	1179
30.1	Installation	1180
30.2	Wartung	1187
30.3	Betrieb	1189
30.4	Kontakte und Termine	1191
31	Samba	1195
31.1	Grundlagen und Glossar	1196
31.2	Basiskonfiguration und Inbetriebnahme	1200
31.3	Passwortverwaltung	1207
31.4	Netzwerkverzeichnisse	1213
31.5	Beispiel – Home- und Medien-Server	1220
31.6	Beispiel – Firmen-Server	1224
31.7	Client-Zugriff	1227

TEIL VII Sicherheit

32	Backups	1235
32.1	Déjà Dup	1236
32.2	Back In Time	1238
32.3	Grsync	1242
32.4	Duplicati	1243
32.5	Borg Backup	1250
32.6	Dateien komprimieren und archivieren	1254
32.7	Verzeichnisse synchronisieren (rsync)	1257
32.8	Inkrementelle Backups (rdiff-backup)	1260
32.9	Inkrementelle Backups (rsnapshot)	1262
32.10	Backup-Scripts	1265
32.11	Backups auf S3-Speicher	1268
33	Firewalls	1273
33.1	Netzwerkgrundlagen und -analyse	1273
33.2	Basisabsicherung von Netzwerkdiensten	1279
33.3	Firewall-Grundlagen	1283
33.4	Firewall-Konfigurationshilfen	1284
33.5	Firewall mit iptables selbst gebaut	1291
34	SELinux und AppArmor	1299
34.1	SELinux	1299
34.2	AppArmor	1307

TEIL VIII Virtualisierung & Co.

35	VirtualBox und Vagrant	1315
35.1	VirtualBox installieren	1316
35.2	VirtualBox-Maschinen einrichten	1320
35.3	Arbeitstechniken und Konfigurationstipps	1325
35.4	Vagrant	1333

36	KVM	1345
36.1	Grundlagen	1346
36.2	Der Virtual Machine Manager	1354
36.3	libvirt-Kommandos	1363
36.4	Integration der virtuellen Maschinen in das LAN (Netzwerkbrücke)	1371
36.5	Direkter Zugriff auf den Inhalt einer Image-Datei	1375
37	Docker	1383
37.1	Grundlagen, Nomenklatur und Installation	1384
37.2	Docker kennenlernen	1387
37.3	Docker administrieren	1400
37.4	Docker-Images erzeugen (Dockerfile)	1409
37.5	docker-compose	1416
37.6	Interna	1419
38	Linux on Windows	1425
38.1	WSL ausprobieren	1426
38.2	Das wsl-Kommando	1432
38.3	Serverbetrieb	1433
Index	1437

Vorwort

Linux begann als Hobby-Projekt des finnischen Programmierers Linus Torvalds und dominiert heute viele Segmente des IT-Markts. Erstaunlicherweise ist der Siegeszug von Linux nur IT-Profis bewusst: Milliarden Menschen verwenden Android-Smartphones, nutzen Server der Cloud-Infrastruktur, WLAN-Router und IoT-Geräte, ohne zu wissen, dass auf fast allen dieser Geräte Linux läuft.

Linux ist
allgegenwärtig ...

Der Grund dafür, dass Linux ein Schattendasein führt, ist sein Versagen im Desktop-Segment: Die Masse ärgert sich mit Windows herum, eine kleine Elite kann sich Geräte mit macOS leisten. Linux läuft dagegen (fast) nur auf den Notebooks von Technikstudenten, Wissenschaftlern oder Administratoren.

... nur nicht auf
dem Desktop

Dafür gibt es mehrere Gründe: Linux bietet nicht *ein* Desktop-System an, sondern viele. Diese Zersplitterung hat dazu geführt, dass kein System wirklich perfekt funktioniert. Am ehesten gelingt es GNOME, die Bedürfnisse von »gewöhnlichen« Anwendern zu befriedigen.

Probleme gibt es aber auch aufseiten der Hardware: Auch wenn Linux auf 99 Prozent der verfügbaren Hardware problemlos läuft, macht das letzte Prozent permanent Ärger: Bei einem Notebook funktioniert Bluetooth nicht richtig, auf einem anderen Rechner bereitet die Installation des Grafiktreibers Probleme usw.

Nun will ich Sie natürlich nicht schon im Vorwort abschrecken! Im Gegenteil, in diesem Buch werde ich Ihnen zeigen, wie effizient Sie mit Linux arbeiten können. Linux bietet eine Vielseitigkeit und Flexibilität, mit der andere Betriebssysteme schwer mithalten können. Linux ist zudem ein ausgesprochen sicheres System.

Was macht Linux so erfolgreich? Die freie und kostenlose Verfügbarkeit des Quellcodes von Linux und der meisten unter Linux laufenden Programme macht es möglich, Linux schneller und unkomplizierter als andere Betriebssysteme an neue Herausforderungen anzupassen – ganz egal, ob es um das *Internet of Things* geht, das momentan in aller Munde ist, um Hausautomation, um künstliche Intelligenz, um Software für selbststeuernde Autos oder um Simulationsmodelle für die Klimaforschung.

Der Schlüssel
zum Erfolg:
Open Source

Was dieses Buch kann – und was nicht

In diesem Buch stelle ich Ihnen Linux von Grund auf vor. Die Themenpalette reicht über die Installation von Linux auf einem Notebook über die Desktop-Anwendung bis hin zum Server- und Cloud-Einsatz. Ein umfassendes Kapitel stellt den Minicomputer Raspberry Pi vor. Er eignet sich nicht nur für Elektronikbasteleien, sondern ermöglicht auch einen besonders kostengünstigen Einstieg in die Linux-Embedded-Welt.

Besonders wichtig ist mir, dass Sie Linux nicht nur anwenden, sondern auch verstehen lernen: Ausführliche Grundlagenkapitel erklären, wie Sie Linux im Terminal bedienen, wie Sie Linux optimal konfigurieren und warum Linux so funktioniert. Nach der Lektüre dieser Kapitel kennen Sie nicht nur Linux an sich, sondern auch die Philosophie von Unix/Linux – also gewissermaßen *the Linux way to do it*.

Trotz mehr als 1400 Seiten kann das Buch nicht jedes Problem beschreiben, das beim Betrieb mit Linux auftreten kann. Insbesondere bei Hardware-Inkompatibilitäten kann ich in der Regel nicht weiterhelfen – ganz einfach, weil ich nicht die Möglichkeit habe, diverse Linux-Distributionen auf jeder erdenklichen Hardware auszuprobieren.

Neu in der 16. Auflage

Für die vorliegende 16. Auflage habe ich dieses Buch umfassend überarbeitet und modernisiert. Gleichzeitig habe ich Platz für neue Inhalte geschaffen:

- ▶ Distributionen: Pop!_OS, Clear Linux, CentOS 8 und Red Hat Enterprise Linux 8
- ▶ Moderne Apps: Texpander, Syncthing, Etcher, KDE Connect, Duplicati, Borg
- ▶ Optimale Notebook-Nutzung: NVIDIA-Grafikkarten, Undervolting, Batterie- und CPU-Tuning
- ▶ Raspberry Pi 4: Anwendung als Desktop-, Multimedia- und Maker-System
- ▶ Server-Einsatz: RAID- und LVM-Setups, LAMP/LEMP-Beispiele, MySQL/MariaDB-Absicherung, Spam-Handling mit Postfix, Zwei-Faktor-Authentifizierung mit SSH
- ▶ Linux in der Cloud: AWS EC2, Hetzner Cloud Hosting
- ▶ Virtualisierung & Co.: VirtualBox- und KVM-Arbeitstechniken, Neuerungen in WSL2 und Docker

Viel Spaß!

Je mehr Sie sich in die Linux-Welt einarbeiten, desto mehr wird Linux *Ihr* Betriebssystem. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Experimentieren und Arbeiten mit Linux!

Michael Kofler
<https://kofler.info>
<https://twitter.com/michaelkofler>

Konzeption

Das Buch ist in acht Teile gegliedert:

- ▶ **Teil I** erklärt, was Linux eigentlich ist, und vermittelt das Grundlagenwissen, das Sie für eine optimale und sichere **Installation** brauchen. Hier finden Sie konkrete Installationsanleitungen für etliche Distributionen: Debian, Fedora, Linux Mint, openSUSE, Pop!_OS und Ubuntu.
- ▶ **Teil II** behandelt Linux auf dem **Desktop**. Hier lernen Sie verschiedene Desktop-Systeme kennen. Den Schwerpunkt lege ich klar auf das einsteigerfreundliche Gnome. Außerdem stelle ich Ihnen die wichtigsten Programme vor, um im Web zu surfen, E-Mails und Fotos zu verwalten und um Audio-Dateien und Filme abzuspielen. Ein umfassendes Kapitel zum Minicomputer Raspberry Pi zeigt Ihnen, wie Sie Linux auf einem Minicomputer als Medien-Center oder als Plattform für Bastelprojekte einsetzen können.
- ▶ In **Teil III** lernen Sie das **Terminal** kennen. In mehreren Kapiteln lernen Sie, mit welchen Kommandos Sie das Dateisystem durchsuchen, wie Sie Dokumente und Bilder in andere Formate konvertieren und wie Sie den Kommandointerpreter bash nutzen.
- ▶ In **Teil IV** stehen verschiedene **Texteditoren** im Mittelpunkt. Neben den Urgesteinen Vi und Emacs stelle ich Ihnen auch zwei Vertreter einer neuen Generation von Editoren vor – Atom und VSCode.
- ▶ **Teil V** widmet sich der **Systemkonfiguration**. Egal, ob es gerade bei Ihrer Hardware Probleme gibt oder ob Sie ganz besondere Anforderungen stellen – hier erfahren Sie, wie Sie das Dateisystem administrieren, das Grafiksystem konfigurieren, Software-Pakete installieren und aktualisieren, den Systemstart konfigurieren sowie den Kernel und seine Module einrichten bzw. neu kompilieren.
- ▶ **Teil VI** zeigt, wie Sie **Linux als Server** einsetzen. Ein neues Kapitel beschreibt die Installation von CentOS, Clear Linux, RHEL und Ubuntu Server. Dabei zeige ich Ihnen sinnvolle RAID/LVM-Setups ebenso wie die optimale Cloud-Konfiguration. Die weiteren Kapitel erläutern die Konfiguration wichtiger Server-Programme, unter anderem: SSH, Apache, MySQL/MariaDB, Postfix und Dovecot, NextCloud und Samba.

- ▶ **Teil VII** hat verschiedene Aspekte der **Sicherheit** zum Thema. Dort erfahren Sie, wie Sie Backups durchführen und Ihre Server durch Firewalls, SELinux oder AppArmor schützen.
- ▶ In **Teil VIII** geht es um verschiedene Arten der **Virtualisierung**: Hier lernen Sie das Desktop-Virtualisierungssystem VirtualBox (samt Vagrant) sowie das Server-Virtualisierungssystem KVM kennen. Ein weiteres Kapitel stellt das Container-System Docker vor. Zuletzt erfahren Sie, dass Sie Linux mittlerweile sogar direkt in Windows ausführen können – mit dem Windows Subsystem for Linux (WSL).

Formales

Kommandos In diesem Buch sind die Teile eines Kommandos, die tatsächlich einzugeben sind, fett hervorgehoben. Im folgenden Beispiel müssen Sie also nur `ls *.tex` eingeben, um sich die Liste aller `*.tex`-Dateien im aktuellen Verzeichnis anzeigen zu lassen:

```
user$ ls *.tex
article.tex
...
```

Mehrzeilige Kommandos Falls einzelne Kommandos nicht in einer Zeile Platz finden, werden sie mit dem Zeichen `\` auf zwei oder mehr Zeilen verteilt. `\` ist ein unter Linux zulässiges Zeichen, um mehrzeilige Kommandoangaben durchzuführen. Sie können das Kommando aber natürlich auch einzellig ohne `\` eintippen.

root Manche Kommandos können nur vom Systemadministrator `root` ausgeführt werden. In diesem Fall wird der Kommandoprompt als `root#` dargestellt:

```
root# systemctl restart apache2
```

sudo Kommandos mit `root`-Rechten führen Sie auf vielen Distributionen am einfachsten mit `sudo` aus. Unter Ubuntu ist das sogar der einzig mögliche Weg:

```
user$ sudo systemctl restart apache2
Password: *****
```

MiB versus MByte In der EDV ist es üblich, mit Zweierpotenzen zu rechnen. Ein Megabyte sind demnach nicht eine Million Byte, sondern 2^{20} Byte, also exakt 1.048.576 Byte. Um diesen Umstand zu betonen, empfiehlt die IEC (International Electrotechnical Commission) die Verwendung der Einheiten KiB, MiB, GiB und TiB. Hintergrundinformationen finden Sie in der Wikipedia:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Byte>