

# Ubuntu 18.04 LTS

Michael Kofler

Installation ■ Konfiguration  
Apps ■ Tipps & Tricks  
Programmierung ■ Server  
Windows Subsystem for Linux (WSL)

ebooks.kofler

## Impressum

### Ubuntu 18.04

Installation. Gnome. Konfiguration. Anwendungsprogramme. Tipps und Tricks.  
Programmierung. Root-Server-Konfiguration. WSL.

© Michael Kofler / ebooks.kofler 2018

**Autor:** Michael Kofler

**Korrekturat:** Markus Hinterreither

**ISBN PDF:** 978-3-902643-31-5

**ISBN EPUB:** 978-3-902643-32-2

**Verlag:** [ebooks.kofler](https://ebooks.kofler.info), Schönbrunnngasse 54c, 8010 Graz, Austria

Die PDF- und EPUB-Ausgaben dieses eBooks sind hier erhältlich:

<https://kofler.info/ebooks/ubuntu-18-04>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>7</b>
<b>1 Über Ubuntu</b>	<b>10</b>
1.1 Besonderheiten	10
1.2 Ubuntu-Varianten	11
1.3 Neu in Ubuntu 18.04	13
1.4 Ubuntu ohne Installation ausprobieren (Live-System)	15
<b>2 Installation</b>	<b>18</b>
2.1 Grundlagen der Festplattenpartitionierung	19
2.2 EFI-Grundlagen	25
2.3 Ubuntu-Installationsmedium vorbereiten	26
2.4 Windows-Partition verkleinern	29
2.5 Ubuntu installieren	31
2.6 LVM-Installation	47
2.7 Installation in einer virtuellen Maschine (VirtualBox)	52
<b>3 Der Ubuntu-Desktop</b>	<b>54</b>
3.1 Gnome	54
3.2 Dateien und Verzeichnisse (Nautilus)	62
3.3 Updates durchführen (Software-Aktualisierung)	73
3.4 Neue Programme installieren	76

<b>4</b>	<b>Konfiguration</b>	<b>80</b>
4.1	Konfigurationswerkzeuge	80
4.2	Desktop-Konfiguration	85
4.3	Gnome-Shell-Erweiterungen	89
4.4	Gnome Shell Themes	95
4.5	Gnome-Desktop im Originalzustand verwenden	97
4.6	Tastatur	100
4.7	Maus und Touchpad	102
4.8	Bluetooth	104
4.9	Netzwerkconfiguration	108
4.10	Druckerconfiguration	112
4.11	Grafiksystem	115
4.12	Proprietäre Hardware-Treiber	121
4.13	Benutzerverwaltung	123
<b>5</b>	<b>Anwendungsprogramme</b>	<b>125</b>
5.1	Firefox	126
5.2	Google Chrome	129
5.3	Thunderbird	131
5.4	Geary	138
5.5	Termine und Kontakte aus der Cloud nutzen	140
5.6	Skype	142
5.7	Dropbox	143
5.8	Shotwell	144
5.9	Gimp	147
5.10	Rhythmbox	152
5.11	Spotify	153
5.12	Totem und VLC	154
5.13	LibreOffice	155

5.14	VirtualBox	157
5.15	Atom	160
<b>6</b>	<b>Tipps, Tricks und Interna</b>	<b>165</b>
6.1	Backups	165
6.2	Komprimierte Dateien und Dateiarhive	169
6.3	Fernwartung	171
6.4	Arbeiten im Terminal	173
6.5	SSD-TRIM	184
6.6	Swap-Datei	184
6.7	Debian/Ubuntu-Pakete	186
6.8	Snap-Pakete	193
6.9	systemd	198
6.10	Logging und Journal	201
<b>7</b>	<b>Programmierung</b>	<b>204</b>
7.1	bash-Einführung	205
7.2	bash-Variablen	212
7.3	bash-Schleifen, -Bedingungen und -Funktionen	219
7.4	bash-Beispiele	231
7.5	Python	234
7.6	Java	242
7.7	Programme automatisch mit Cron ausführen	250
<b>8</b>	<b>Ubuntu Server</b>	<b>253</b>
8.1	Installation	258
8.2	Traditionelle Installation	261
8.3	Basiskonfiguration nach der Installation	265
8.4	SSH-Server	268
8.5	Web-Server (Apache, PHP und MySQL)	270

8.6	CMS (WordPress)	280
8.7	Nextcloud	286
8.8	Mail-Server (Postfix und Dovecot)	292
<b>9</b>	<b>Ubuntu im Windows Subsystem for Linux</b>	<b>311</b>
9.1	Ubuntu im WSL installieren	311
9.2	Ubuntu im WSL anwenden	312
9.3	Einschränkungen und Interna	315

# Vorwort

Ubuntu hat sich in den vergangenen zwölf Jahren als *die* Linux-Distribution für den Desktop etabliert. Gründe dafür gibt es viele. Ubuntu bietet

- eine optisch ansprechende, gut funktionierende Benutzeroberfläche
- eine übersichtliche Auswahl vorinstallierter Desktop-Programme
- eine schier endlose Sammlung von kostenlosen Software-Paketen, die Sie innerhalb weniger Minuten installieren können

Im Wettstreit mit anderen Linux-Distributionen zeichnet sich Ubuntu vor allem durch vier wesentliche Vorteile aus:

- Für LTS-Versionen wie Ubuntu 18.04 gibt es fünf Jahre lang kostenlose Updates! Das ist nicht nur im Privatbereich praktisch, sondern auch perfekt für Unternehmensinstallationen.
- Rund um Ubuntu gibt es eine riesige Community, die ihr Wissen in Wikis und Foren austauscht. Das Internet ist eine unerschöpfliche Informationsquelle, wenn es darum geht, exotische Hardware unter Ubuntu zum Laufen zu bringen.
- Der Popularität von Ubuntu ist es zu verdanken, dass es für nahezu jedes erdenkliche Programm passende Ubuntu-Pakete oder -Paketquellen gibt. Das vereinfacht die Installation erheblich.
- Notebooks bzw. Rechner mit vorinstallierten Linux verwenden fast immer Ubuntu Linux.

Egal, ob Sie von Windows frustriert sind und Ihrem Rechner mit Ubuntu ein neues, virenfreies Leben einhauchen möchten, oder ob Sie als Programmentwickler oder Administrator arbeiten – Ubuntu bietet alles, was Sie dazu brauchen.

Die aktuelle Version 18.04 ist aus meiner Sicht besonders gut gelungen: Die Firma Canonical hat mit Ubuntu 18.04 viele Eigenentwicklungen beendet (*Unity*, *Mir*) und ist zurück

zum Linux-Mainstream gekehrt (*Gnome*). Das hat der Bedienung und Funktionalität des Desktops gut getan. Gleichzeitig bietet die Präferenz für den Gnome-Desktop den Anwendern mehr Freiheit bei der Gestaltung ihres Desktops.

## Warum dieses Buch?

Dieses Buch gibt eine kompakte Ubuntu-Einführung. Es konzentriert sich auf Themen, die für den Einstieg und die Nutzung von Ubuntu relevant sind:

- Das Installationskapitel erklärt Ihnen, wie Sie Ubuntu sicher auf die Festplatte oder SSD Ihres Rechners installieren.
- Die Benutzeroberfläche basiert nun wieder auf *Gnome*. Dieser merkwürdige Name bezeichnet den Standarddesktop der meisten großen Linux-Distributionen. In diesem Buch erfahren Sie, wie Sie damit effizient umgehen.
- Ein großes Anliegen vieler Linux-Anwender ist die individuelle Gestaltung des Desktops und die optimale Konfiguration des Rechners. Ein eigenes Kapitel fasst unzählige Anleitungen zu diesem Thema zusammen – von der Gnome-Konfiguration bis hin zu Tipps zur Nutzung von Ubuntu auf 4k-Monitoren (Retina-Displays).
- Die unter Linux verfügbaren Anwendungsprogramme unterscheiden sich von äquivalenten Windows- oder macOS-Programmen. Die wichtigsten unter Ubuntu verfügbaren Anwendungsprogramme stelle ich Ihnen in diesem Buch vor – z. B. das Bildverwaltungsprogramm Shotwell oder den Dropbox-Client.
- Das Kapitel *Tipps und Tricks* erklärt diverse Ubuntu-Besonderheiten und -Interna. Die Themenpalette umfasst unter anderem Backups, das Arbeiten im Terminal sowie die Funktionsweise von Systemd und der Logging-Dateien.
- Das Kapitel *Programmierung* gibt eine Einführung in die Script-Programmierung mit der bash (*bourne again shell*) sowie eine beispielorientierte Vorstellung der Werkzeuge zur Python- und Java-Programmierung. Dieses Kapitel zeigt auch, wie Sie Scripts mit Cron regelmäßig ausführen, z. B. zur Automatisierung eines Backups.
- Das Kapitel *Ubuntu Server* erklärt im Schnelldurchlauf, wie Sie Ubuntu als Root-Server installieren, darauf einen SSH-, Web- und Mail-Server einrichten und dann mit

WordPress Ihre eigene Webseite und mit ownCloud Ihren eigenen Cloud-Dienst implementieren. Das Kapitel erläutert auch die Verwendung von Let's-Encrypt-Zertifikaten zur Verschlüsselung von Web- und Mail-Diensten (HTTPS, STARTTLS).

- Neu in dieser Auflage ist ein Kapitel, das den Einsatz von Ubuntu innerhalb des *Windows Subsystem for Linux* (WSL) erläutert.

## Für wen ist dieses Buch gedacht?

Dieses Buch/eBook richtet sich explizit an **Einsteiger** in die Linux- bzw. Ubuntu-Welt. Es konzentriert sich auf die Installation, Konfiguration und Desktop-Anwendung.

Technische Themen wie die Terminal-Nutzung, Server-Grundlagen oder Programmierung werden zwar angeschnitten, aber nicht umfassend behandelt. In den entsprechenden Kapiteln will ich lediglich zeigen, dass Linux mehr ist als eine Desktop-Alternative zu Windows oder macOS. Vielleicht finden Sie eines der Themen so interessant, dass Sie Ihr Wissen später dort vertiefen. Weiterführende Informationen finden Sie sowohl im Internet als auch in der Buchhandlung Ihrer Wahl in Hülle und Fülle.

Nach dem Motto »Weniger ist mehr« will das Buch also einen Einstieg in Linux vermitteln, ohne mit allzu vielen Details Verwirrung zu stiften.

Michael Kofler im April 2018

<https://kofler.info>

PS: Wenn Sie Linux mit (viel) mehr Tiefgang erlernen möchten, empfehle ich Ihnen mein im Rheinwerk-Verlag erschienenenes Werk »Linux – Das umfassende Handbuch«. Die aktuelle Auflage umfasst mehr als 1400 Seiten, ist klar technisch orientiert und behandelt neben Ubuntu auch diverse andere Distributionen. Der Fokus liegt bei administrativen Themen.

<https://kofler.info/buecher/linux>

# 1 Über Ubuntu

Dieses Kapitel fasst zusammen, was Ubuntu so besonders macht, und erklärt, wie Sie Ubuntu ohne Installation ausprobieren können.

## 1.1 Besonderheiten

Es gibt unzählige Linux-Distributionen. Ubuntu ist also »nur« eine Linux-Distribution von vielen. Sie hebt sich aber durch einige Besonderheiten von der großen Linux-Konkurrenz ab:

- **Philosophie:** Ubuntu wird von einer eigenen Philosophie geprägt: Das Zulu-Wort *ubuntu* steht für Menschlichkeit gegenüber anderen bzw. achtsames Miteinander oder auch: *Ich bin, was ich bin, durch das, wer wir alle sind*. Im englischen Original: *I am what I am because of who we all are*.
- **LTS-Versionen:** Alle zwei Jahre gibt es eine Ubuntu-Version mit *Long Term Support* (LTS). Ubuntu 18.04 ist eine derartige LTS-Version. Der Update-Zeitraum beträgt damit beachtliche fünf Jahre. Das bedeutet, dass Sie Ubuntu 18.04 bis April 2023 nutzen können, ohne Angst haben zu müssen, dass Sie aufgrund fehlender Updates ein Sicherheitsrisiko eingehen!

Beachten Sie bitte, dass der Update-Zeitraum für Nicht-LTS-Versionen, also z. B. für die nächste Ubuntu-Version 18.10, nur neun Monate beträgt.

- **Preis:** Ubuntu ist kostenlos erhältlich. Das gilt auch für alle Sicherheits-Updates.

- **Versionen:** In der Vergangenheit gab es alle sechs Monate eine neue Ubuntu-Version. Die Versionsnummer gibt den Erscheinungszeitpunkt an. Ubuntu 18.04 bedeutet, dass diese Version im vierten Monat 2018 erschienen ist.

Jede Ubuntu-Version trägt einen eigenwilligen Namen. Bei Version 18.04 lautet dieser »Bionic Beaver«, also bionischer Biber. Dieser Codename ist insofern wichtig, als er sich sehr gut für Internet-Suchen eignet. Eine Suche nach *ubuntu bionic nvidia support* liefert viel besser zielgerichtete Ergebnisse als eine Suche nach *linux nvidia support*.

- **Community:** Die Ubuntu-Community zählt zu den größten ihrer Art. Dabei handelt es sich um eine lose Gemeinschaft von Ubuntu-Anwendern und -Entwicklern, die sich gegenseitig hilft, Anleitungen in Form von Wiki-Texten publiziert, Ideen austauscht, Fehler meldet und Ubuntu weiterentwickelt. Unzählige Ubuntu-spezifische HowTos, Forenbeiträge, Wikis und Mailinglisten bieten zu beinahe jedem erdenklichen Problem konkrete Lösungsvorschläge an. Ohne diese Ubuntu-Community wäre Ubuntu nie so populär geworden. Im Folgenden habe ich einige empfehlenswerte Seiten aufgelistet:

<https://wiki.ubuntuusers.de>

<https://forum.ubuntuusers.de>

<https://wiki.ubuntu.com>

<https://ubuntuforums.org>

<https://planet.ubuntuusers.de>

<https://www.omgubuntu.co.uk>

Auf technischer Ebene basiert Ubuntu auf Debian. Viele Ubuntu-Pakete sind mit den gleichnamigen Paketen aus dem Debian-Testing-Zweig identisch bzw. unterscheiden sich nur durch relativ wenige Änderungen. Ubuntu ist aber kein Debian-Clone! Ubuntu beschreitet immer wieder eigene und oft umstrittene Sonderwege.

## 1.2 Ubuntu-Varianten

Es gibt nicht *ein* Ubuntu, sondern unzählige Varianten, von denen ich hier nur die wichtigsten aufzähle:

- **Kubuntu** verwendet anstelle von Gnome das Desktop-System KDE. Zuletzt kämpfte das Kubuntu-Projekt aber mit vielen Problemen. Die Folge waren instabile Kubuntu-Releases.
- Bei **Ubuntu MATE** kommen anstelle der originalen Gnome-3-Komponenten Programme und Bibliotheken des »MATE Desktop Environments« zum Einsatz. Dieses Projekt ist eine Abspaltung von Gnome 2. Ubuntu MATE sieht aber keineswegs altmodisch aus, sondern kombiniert einen traditionelleren Desktop mit ansprechendem Design. Ubuntu MATE zeichnet sich durch eine besonders gute Unterstützung für den Raspberry Pi aus.
- **Xubuntu** verwendet als Benutzeroberfläche das Programm Xfce.
- **Lubuntu** setzt auf das Desktop-System LXDE. Diese Ubuntu-Variante ist besonders gut für alte Rechner mit schlechter Hardware-Ausstattung geeignet.
- **Ubuntu Budgie** ist eine neue Variante von Ubuntu, die anstelle von Gnome den *Budgie Desktop* verwendet. Der Desktop sieht ansprechend und modern aus. Ob das zugrundeliegende Budgie-Projekt auch langfristig erfolgreich sein wird, bleibt aber abzuwarten.
- **Ubuntu Server** ist speziell für den Einsatz als Netzwerk-Server gedacht. Diese Ubuntu-Variante verzichtet auf eine grafische Benutzeroberfläche. Dafür enthält das Installations-Image eine Auswahl wichtiger Server-Programme (Apache, PHP, MySQL etc.).
- **Ubuntu Kylin** ist eine chinesische Variante zu Ubuntu.
- **Linux Mint** ist eine populäre aber inoffizielle Ubuntu-Variante. Der Mint-Desktop sieht komplett anders aus als beim originalen Ubuntu und verhält sich dank diverser Mint-spezifischer Erweiterungen ähnlich wie bei älteren Gnome-2-Systemen.

Dieses Buch bezieht sich größtenteils auf das gewöhnliche Ubuntu. Die einzige Ausnahme ist die Kapitel [Ubuntu Server](#).

Beachten Sie, dass die LTS-Regeln nicht für jede Ubuntu-Variante gleichermaßen gelten! Canonical garantiert den fünfjährigen Support nur für die Basispakete (*main*-Paketquelle) für Ubuntu (Core), Ubuntu Server und Ubuntu Kylin. Bei den restlichen Ubuntu-Derivaten beträgt der Support-Zeitraum in der Regel drei Jahre, mitunter auch weniger.

## 1.3 Neu in Ubuntu 18.04

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die wichtigsten Neuerungen im Vergleich zur letzten Ubuntu-LTS-Version. Die nachstehende Aufzählung nimmt somit Ubuntu 16.04 als Vergleichsbasis.

- Canonical hat in der Vergangenheit seine eigene Desktop-Umgebung *Unity* eingesetzt. Im Frühjahr 2017 wurde dieses Projekt eingestellt. Ubuntu verwendet nun wie nahezu alle großen Linux-Distributionen *Gnome* als Desktop. Dank einiger Modifikationen zeigt der Gnome-Desktop zwar auch unter Ubuntu 18.04 noch optische Ähnlichkeiten zu Unity, er verhält sich aber in vielen Details anders als Unity. Wenn Sie von Ubuntu 16.04 auf 18.04 umsteigen, werden Sie also diverse Unterschiede feststellen.

Ubuntu ist in dieser Hinsicht zum Linux-Mainstream zurückgekehrt, was viele Vorteile mit sich bringt. Insbesondere ist die Bedienung von Ubuntu nun anderen Linux-Distributionen ähnlicher. Auch die Windows-Buttons befinden sich nun standardmäßig wieder auf der rechten Seite.

- Ubuntu richtet bei einer Standardinstallation keine Swap-Partition ein, sondern verwendet eine Swap-Datei. Diese Datei ist vergleichbar mit der Windows-Auslagerungsdatei. (Bei einer LVM-Installation gibt es aber weiterhin eine herkömmliche Swap-Partition.)
- Die Normalversion von Ubuntu steht nur noch für 64-Bit-Systeme zur Verfügung. 32-Bit-Installationen werden nicht mehr unterstützt.
- Ubuntu unterstützt parallel zu den herkömmlichen Debian-Paketen auch neuartige Snap-Pakete. Einige Gnome-Programme sind standardmäßig in Form von Snap-Paketen installiert.

Snap-Pakete haben zwar den Nachteil, dass sie unverhältnismäßig viel Platz auf der Festplatte bzw. SSD beanspruchen. Gleichzeitig erleichtern sie aber die Installation von Programmen externer Anbieter enorm: Egal, ob Sie den Editor *Atom*, den Audio-Player *Spotify* oder das Messaging-Programm *Skype* einsetzen möchten – die Installation gelingt nun mit wenigen Mausklicks im Programm *Ubuntu Software*, also gewissermaßen im App Store von Ubuntu.

- Ubuntu unterstützt das neue Grafiksystem *Wayland*. Standardmäßig kommt zwar wie in älteren Ubuntu-Versionen *Xorg* zum Einsatz, *Wayland* kann aber beim Login aktiviert werden. (*Wayland* wird in Zukunft *Xorg* ablösen. Aktuell bietet es für Anwender aber kaum Vorteile. Vielmehr verhindern Kompatibilitätsprobleme die Fernwartung und andere Screen-Sharing-Funktionen.)
- Die Installation von Ubuntu Server erfolgt in einem vollkommen neuen Installationsprogramm (*Subiquity*).
- Ubuntu verwendet zur Netzwerkkonfiguration nicht mehr die Datei `/etc/network/interfaces`, sondern eigene Dateien im Verzeichnis `/etc/netplan`. Desktop-Anwender werden von dieser technischen Änderung nichts bemerken, weil sich an der Oberfläche weiterhin das Programm *NetworkManager* um die Netzwerkkonfiguration kümmert. Die Änderung ist aber für Server-Installationen wichtig.

Die folgende Tabelle nennt die Versionsnummern der wichtigsten Software-Komponenten in Ubuntu 18.04. Dabei gelten die Firefox- und Thunderbird-Versionennummern nur für den Auslieferungszeitpunkt. Diese Programme werden regelmäßig durch Updates aktualisiert. Alle anderen Programme verbleiben während des gesamten Wartungszeitraums üblicherweise in der hier angegebenen Version, d. h., es werden nur Sicherheits-Updates und Fehlerbehebungen durchgeführt, aber keine Versions-Updates.

Basis	Desktop		Programming		Server		
Kernel	4.15	Gnome	3.28	bash	4.4	Apache	2.4
glibc	2.27	Firefox	59	gcc	7.3	CUPS	2.2
X-Server	1.19	Gimp	2.8	Java	10	MySQL	5.7
GRUB	2.02	LibreOffice	6.0	PHP	7.2	OpenSSH	7.6
Systemd	237	Thunderbird	52	Python	3.6	qemu/KVM	2.11
						Postfix	3.3
						Samba	4.7

**Tabelle 1.1:** Software-Versionen in Ubuntu 18.04

Abweichend von der Gnome-Grundversion 3.28 werden einzelne Gnome-Programme in älteren Versionen ausgeliefert, z. B.:

- `gnome-calculator`: 3.26 (Snap-Paket)
- `gnome-system-monitor`: 3.26 (Snap-Paket)
- `nautilus`: 3.26

In den offiziell gewarteten Paketquellen gibt es aktuell Java-Pakete für zwei Versionen: für Java 8 (nicht offiziell gewartet) sowie für Java 10. Im Herbst 2017 sollen die Java-10-Pakete dann durch Java-11-Pakete ersetzt werden. Java 11 ist eine Langzeitversion, die Oracle über einen längeren Zeitraum warten wird. Bei dieser Java-Version möchte Ubuntu dann für den Rest der Lebenszeit von Ubuntu 18.04 bleiben. (Java 9 und Java 10 sind nur Übergangsversionen. Java 9 wird schon jetzt nicht mehr gewartet, und auch bei Java 10 werden die Updates mit der Veröffentlichung von Java 11 enden.)

## 1.4 Ubuntu ohne Installation ausprobieren (Live-System)

Als »Live-System« wird ein Betriebssystem bezeichnet, das ohne Installation direkt von einer DVD oder von einem USB-Stick ausgeführt werden kann. Das erste populäre Linux-Live-System war Knoppix.

Mittlerweile gibt es von vielen Linux-Distributionen Live-Systeme. Das trifft auch für das Ubuntu-Installations-Image zu, das Sie wahlweise auf eine DVD brennen oder auf einen USB-Stick übertragen können. Anschließend starten Sie Ihren Rechner neu und drücken dabei eine Tastenkombination, um die DVD bzw. den USB-Stick als Boot-Medium auszuwählen. Auf einem meiner Testrechner ist für diesen Zweck `[F8]` vorgesehen, auf einem anderen `[F2]`. Welche Taste oder Tastenkombination für Ihren Rechner gilt, müssen Sie im Internet recherchieren. (Es ist nicht möglich, das Live-System direkt unter Windows zu starten! Sie müssen einen Neustart durchführen.)

Nach dem Start des Rechners erscheint der Startdialog des Ubuntu-Installationsprogramms. Bei BIOS-Rechnern können Sie dort die Sprache DEUTSCH auswählen; danach entscheiden Sie sich für die Option UBUNTU AUSPROBIEREN. Bei EFI-Rechnern ist keine Spracheinstellung möglich; mit TRY UBUNTU starten Sie das

Live-System. Es dauert nun ein paar Sekunden, bis die Benutzeroberfläche von Ubuntu erscheint.

Die fehlende Spracheinstellung bei EFI-Systemen spielt keine große Rolle, weil der Desktop des Live-Systems in jedem Fall englische Menüs und Dialoge zeigt. Ärgerlicher ist schon, dass auch das US-Tastaturlayout gilt. Damit Sie mit einer deutschen Tastatur vernünftig arbeiten können, klicken Sie rechts oben im Bildschirm zuerst auf den Ein/Aus-Button und dann auf das Werkzeug-Symbol. Damit starten Sie die Systemeinstellungen. Dort aktivieren Sie das Modul REGION & LANGUAGE, fügen im Bereich INPUT SOURCES mit dem Plus-Button das Tastaturlayout GERMAN hinzu. Anschließend entfernen Sie mit dem Minus-Button das US-Layout.

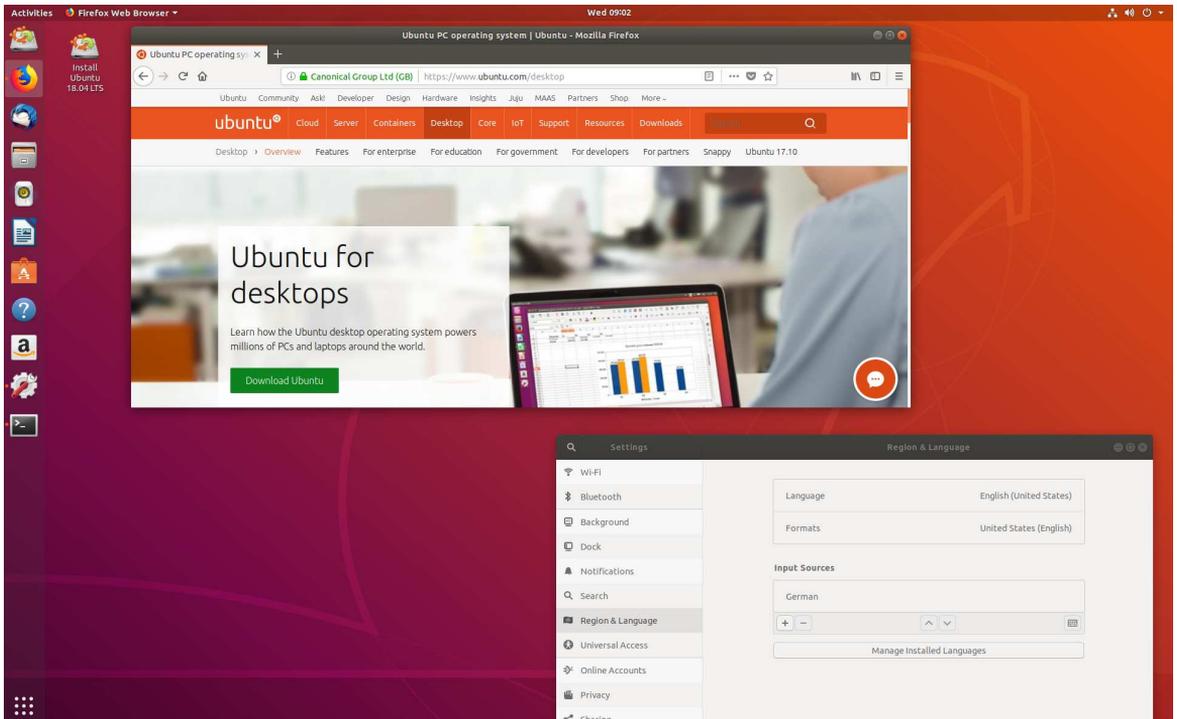


Abbildung 1.1: Ubuntu ausprobieren

Sie können nun nach Herzenslust verschiedene Ubuntu-Programme ausprobieren und Einstellungen verändern. Es besteht keine Gefahr, dass Sie dabei irgendeinen Schaden anrichten – sämtliche Daten und Einstellungen werden nur im RAM gespeichert und

gehen verloren, sobald Sie das Live-System beenden. Wenn Sie doch Daten bleibend speichern möchten, verwenden Sie dazu am besten einen USB-Stick.

Um das Ubuntu-Live-System zu beenden, klicken Sie auf den Zahnrad-Button in der rechten oberen Ecke des Bildschirms und führen das Kommando `RESTART` oder `SHUTDOWN` aus.

# 2 Installation

In diesem Abschnitt erkläre ich Ihnen, wie Sie Ubuntu auf die Festplatte bzw. SSD (Solid State Disk) Ihres Computers installieren. Ich gehe davon aus, dass Sie Windows und Linux nebeneinander auf dieselbe Festplatte installieren möchten. Noch einfacher ist die Installation, wenn Sie auf Windows verzichten können oder wenn Sie für Linux eine eigene Festplatte vorsehen.

Die einzige wirkliche Hürde ist in der Regel die Partitionierung der Festplatte. Für eine gewöhnliche Installation benötigt Ubuntu einen ungenutzten Bereich der Festplatte, eben eine sogenannte *Partition*.

Auf den meisten aktuellen Rechnern belegt eine Windows-Partition nahezu die gesamte Festplatte. Diese Windows-Partition muss verkleinert werden, und im nun freien Platz müssen dann eine oder mehrere neue Linux-Partitionen eingerichtet werden. Bei diesen Aufgaben unterstützt Sie das Ubuntu-Installationsprogramm. Damit Sie in dieser Phase der Installation auch verstehen, was Sie tun, beginnt dieses Kapitel mit einem Abschnitt zum Thema Festplattenpartitionen.

## **SSD oder Festplatte?**

Aus Ubuntu-Sicht ist es vollkommen egal, ob Sie eine herkömmliche Festplatte oder eine wesentlich schnellere SSD verwenden – Ubuntu kommt mit beiden Speichertypen zurecht. Vermeiden Sie aber möglichst Hybrid-Lösungen. In manchen Notebooks stecken eine herkömmliche Festplatte und eine kleine SSD. Ubuntu kann dann unter Umständen nur die Festplatte nutzen; außerdem müssen Sie aufpassen, dass bei der Ubuntu-Installation ein eventuell schon vorhandenes Windows-System nicht beschädigt wird.

## 2.1 Grundlagen der Festplattenpartitionierung

Eine Partition ist ein zusammenhängender Bereich einer Festplatte, der in der Regel ein Dateisystem enthält. Wenn Sie einen PC oder ein Notebook mit vorinstalliertem Windows kaufen, enthält die Festplatte zumeist zwei Partitionen: eine winzige Partition mit Windows-Boot-Dateien und eine zweite Partition, die den Rest der Festplatte füllt und Windows enthält. Unter Umständen kann es auch weitere Partitionen geben, die beispielsweise ein Recovery-System enthalten (um den Auslieferungszustand des Notebooks oder PCs ohne Installations-DVD wiederherzustellen).

Um mehrere Betriebssysteme (Windows, Linux etc.) auf einem Rechner zu installieren, benötigen Sie mehrere Partitionen. Für jedes Betriebssystem ist mindestens eine Partition erforderlich; für Linux sind sogar mehrere Partitionen sinnvoll.

Es gibt zwei Verfahren zur Verwaltung der Partitionierungsinformationen auf der Festplatte:

- **MBR:** Die Konzepte der MBR-Partitionstabellen reichen bis in die DOS-Zeit zurück, und entsprechend angestaubt wirken manche Regeln und Einschränkungen. Dennoch werden Sie bis heute auf den meisten USB-Sticks und externen Festplatten eingesetzt. Die Partitionierungstabelle wird in diesem Fall im Master Boot Record (MBR) gespeichert, also im ersten Sektor der Festplatte.
- **GPT:** Apple setzt schon seit vielen Jahren auf die moderneren GUID-Partitionstabellen (GPT), Microsoft und somit die gesamte PC-Industrie seit Windows 8 ebenfalls. Eingebaute Festplatten oder SSDs in PCs oder Notebooks enthalten fast immer eine GPT.

Ubuntu kommt gleichermaßen mit MBR-Partitionstabellen und mit GPTs zurecht.

### Partitionierungsgrundlagen (MBR)

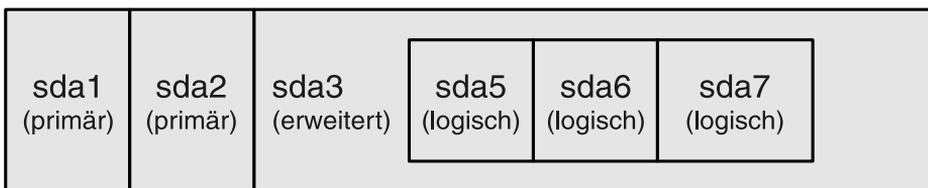
Bei Datenträgern mit MBR-Partitionierung gibt es drei Typen von Partitionen: primäre, erweiterte und logische Partitionen. Auf einer Festplatte können maximal vier primäre Partitionen existieren. Außerdem besteht die Möglichkeit, statt einer dieser vier primären Partitionen eine erweiterte Partition zu definieren. Innerhalb der erweiterten Partition können dann mehrere logische Partitionen angelegt werden.

Der Sinn von erweiterten und logischen Partitionen besteht darin, das historisch vorgegebene Limit von nur vier primären Partitionen zu umgehen. Beachten Sie, dass manche Partitionierwerkzeuge an der Oberfläche nicht zwischen verschiedenen Partitionstypen unterscheiden und sich selbstständig darum kümmern, wie die Partitionen intern angelegt werden.

Eine erweiterte Partition dient nur als Container für logische Partitionen. Zur eigentlichen Speicherung von Daten sind nur primäre und logische Partitionen geeignet. Linux kann auf jedem Datenträger mit MBR-Partitionierung maximal 64 Partitionen ansprechen, davon maximal 60 logische Partitionen.

Unter Linux erfolgt der interne Zugriff auf Festplatten bzw. deren Partitionen über sogenannte Device-Dateien: Die Festplatten erhalten der Reihe nach die Bezeichnungen `/dev/sda`, `/dev/sdb`, `/dev/sdc` etc.

Um eine einzelne Partition und nicht die ganze Festplatte anzusprechen, wird der Name um die Partitionsnummer ergänzt. Die Zahlen 1 bis 4 sind für primäre und erweiterte Partitionen reserviert. Logische Partitionen beginnen mit der Nummer 5 – auch dann, wenn es weniger als vier primäre oder erweiterte Partitionen gibt. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Nummerierung: Auf der Festplatte gibt es zwei primäre Partitionen und eine erweiterte Partition, die drei logische Partitionen enthält.



**Abbildung 2.1:** Linux-Partitionsnamen

Das Ubuntu-Installationsprogramm kümmert sich selbstständig darum, die richtigen Partitionstypen zu verwenden. Die maximale Partitionsgröße beträgt 2 TByte. Bei Festplatten mit mehr als 2 TByte Speichervolumen ist eine sinnvolle Nutzung nur mit GPT-Partitionstabellen möglich.

## Partitionierungsgrundlagen (GPT)

GPT steht für *GUID Partition Table*. Jede Partition wird durch einen Global Unique Identifier (GUID) gekennzeichnet. In der GPT-Partitionstabelle ist Platz für 128 Partitionen (sda1 bis sda128). Alle Partitionen sind gleichwertig, d. h., es gibt keine Unterscheidung zwischen primären, erweiterten und logischen Partitionen. Jede Partition kann bis zu 8 Zetabyte groß sein ( $2^{73}$  Byte, das sind ca.  $9,4 * 10^{21}$  Byte oder rund eine Milliarde TByte). Das sollte für die nächste Zeit reichen.

Die Partitionstabelle befindet sich in den ersten  $34 * 512 = 17.408$  Byte der Festplatte. Eine Kopie dieser Informationen nimmt weitere 17 kByte am Ende der Festplatte in Anspruch. Aus Sicherheitsgründen beginnt die GPT-Partitionstabelle mit MBR-Partitionsinformationen, um MBR-kompatiblen Programmen den Eindruck zu vermitteln, die gesamte Festplatte wäre bereits von einer die gesamte Festplatte füllenden Partition genutzt.

[https://en.wikipedia.org/wiki/GUID\\_Partition\\_Table](https://en.wikipedia.org/wiki/GUID_Partition_Table)

Ubuntu ist wie alle gängigen Betriebssysteme GPT-kompatibel. Die Installation auf eine Festplatte, die bereits GPT-partitioniert ist, gelingt problemlos. Das Installationsprogramm bietet allerdings keine Möglichkeit, die Partitionstabelle von MBR auf GPT umzustellen. Selbst sehr große Festplatten werden mitunter aus Kompatibilitätsgründen noch immer mit MBR-Partitionstabellen ausgeliefert.

Wenn Sie eine neue/leere Festplatte auf GPT umstellen möchten, starten Sie das Live-System der Ubuntu-DVD oder eines Ubuntu-USB-Sticks und führen das Programm *Disks* aus. Dazu klicken Sie links oben im Bildschirm auf den Aktivitäten-Button, tippen *disks* ein und klicken dann das gleichnamige Icon an. Nun wählen Sie die Festplatte aus, führen im Menü **FORMAT** aus und wählen im Listenfeld **PARTITIONING** den Eintrag **COMPATIBLE WITH MODERN SYSTEMS** (siehe Abbildung 2.2).

Erfahrene Linux-Anwender können das Ganze ebenso unkompliziert in einem Terminalfenster erledigen. Darin führen Sie die Kommandos `sudo parted` und `mklabel gpt` aus. Damit wird die Partitionstabelle im GPT-Format neu eingerichtet. Erst danach starten Sie das Installationsprogramm.

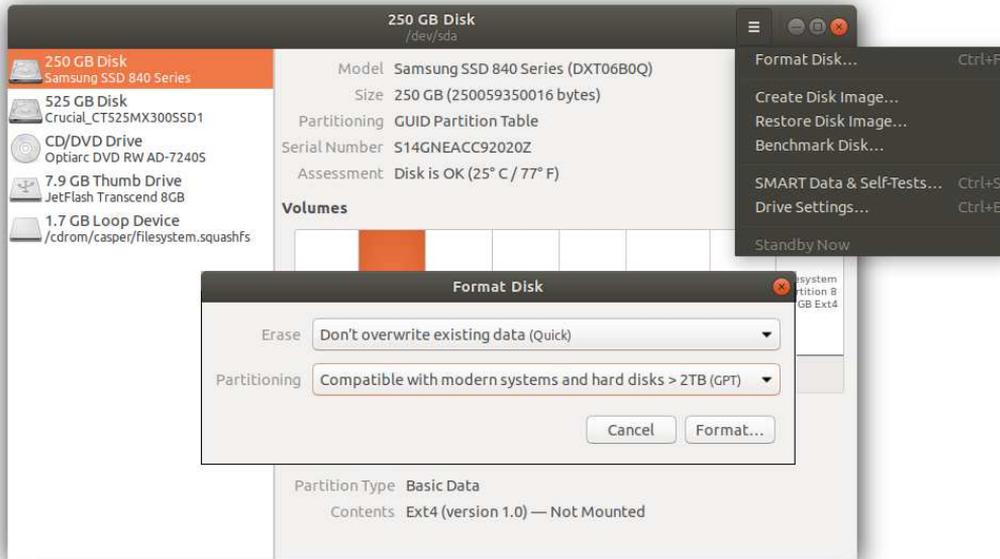


Abbildung 2.2: GPT-Partitionstabelle auf einer Festplatte einrichten

```
user$ sudo parted /dev/sda
(parted) mklabel gpt
(parted) quit
```

### Vorsicht!

Bei der Umstellung der Partitionstabelle von MBR auf GPT verlieren Sie alle Daten auf der Festplatte!

## Anzahl und Größe der Linux-Partitionen

Immer wieder wird mir die Frage gestellt, wie eine Festplatte mit  $n$  GByte oder TByte am besten in Partitionen zerlegt werden soll. Leider gibt es darauf keine allgemein gültige Antwort. Dieser Abschnitt soll Ihnen aber zumindest ein paar Faustregeln für die richtige Anzahl und Größe von Partitionen vermitteln.

Die **Systempartition** ist die einzige Partition, die Sie unbedingt benötigen. Sie nimmt das Linux-System mit all seinen Programmen auf. Dieser Partition ist immer das Verzeichnis

/ bzw. der Mount-Punkt / zugeordnet. Wenn das System also einmal läuft, sprechen Sie diese Partition mit dem Pfad / an. / bezeichnet die Wurzel, also den Anfang des Dateisystems. Aus diesem Grund wird die Systempartition auch als Root-Partition bezeichnet.

Eine vernünftige Basisgröße für die Systempartition liegt bei 25 bis 30 GByte. Dazu kommt natürlich noch der Platzbedarf für Ihre eigenen Daten – es sei denn, Sie speichern eigene Dateien in einer separaten Datenpartition.

Es ist übrigens durchaus möglich, mehrere Linux-Distributionen parallel auf einen Rechner zu installieren. Auf meinen Testrechnern ist das sogar der Regelfall! Dazu benötigen Sie für jede Distribution zumindest eine eigene Systempartition. Swap- und Datenpartitionen können unter Umständen gemeinsam genutzt werden.

Mit einer zusätzlichen **Datenpartition** trennen Sie den Speicherort für die Systemdateien und für Ihre eigenen Dateien. Das hat einen wesentlichen Vorteil: Sie können später problemlos eine neue Distribution in die Systempartition installieren, ohne die davon getrennte Datenpartition mit Ihren eigenen Daten zu gefährden.

Bei der Datenpartition wird /home als Name bzw. mount-Punkt verwendet, weswegen oft auch von einer Home-Partition die Rede ist. Es ist nicht möglich, eine Empfehlung für die Größe der Datenpartition zu geben – diese ist zu sehr davon abhängig, welche Aufgaben Sie mit Ihrem Linux-System erledigen möchten.

Ältere Ubuntu-Versionen verwenden so wie andere Linux-Distributionen eine **Swap-Partition**, um dorthin Teile des Arbeitsspeichers auszulagern, wenn der Rechner zu wenig RAM hat. Ubuntu 18.04 braucht aber keine Swap-Partition, sondern verwendet stattdessen die Datei /swapfile, die während der Installation automatisch in der Root-Partition eingerichtet wird. Diese Datei entspricht der Windows-Auslagerungsdatei. Tipps, wie Sie die Datei bei Bedarf vergrößern oder verkleinern können, finden Sie im Abschnitt [Swap-Datei](#).

Kurz und gut: Bei jeder Linux-Installation benötigen Sie eine Systempartition. Darüber hinaus ist eine Swap-Partition sehr zu empfehlen. Das Einrichten weiterer Partitionen ist optional, sehr stark von der geplanten Anwendung von Linux abhängig und auch eine Geschmacksfrage. Meine persönliche Empfehlung für eine Linux-Erstinstallation ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Verzeichnis	Verwendung	Größe
/	Systempartition	ca. 30 GByte
/home	Datenpartition	je nach geplanter Nutzung

**Tabelle 2.1:** Empfohlene Linux-Partitionen für den Ubuntu-Desktop-Einsatz

Zuletzt noch ein praktisches Beispiel: Nehmen wir an, Sie besitzen ein Notebook mit 4 GByte RAM und einer SSD mit 256 GByte, auf der bereits Windows installiert ist. Die Windows-Systempartition füllt zwar momentan (fast) die ganze Festplatte, tatsächlich sind aber nur 70 GByte mit Daten belegt. Um Platz für Linux zu schaffen, verkleinern Sie die Windows-Partition – z. B. auf 120 GByte. Die verbleibenden 120 GByte der Festplatte nutzen Sie für Ubuntu. Dann ist die folgende Partitionierung zweckmäßig:

Verzeichnis	Verwendung	Größe
/boot/efi	EFI-Partition	ca. 200 MByte
	Windows-Boot-Partition	ca. 100 MByte
/media/windows	Windows	120 GByte
/	Ubuntu-Systempartition	30 GByte
/home	Ubuntu-Datenpartition	ca. 90 GByte (der Rest der SSD)
	Partitionen mit Restore-Daten	je nach Notebook

**Tabelle 2.2:** Beispiel für ein gemischtes Windows/Ubuntu-System

## Hinweis

Anstatt mit herkömmlichen Partitionen zu arbeiten, können Sie auch den Linux Volume Manager einsetzen. Das bietet zwar mehr Flexibilität bei nachträglichen Änderungen, ist wegen der höheren Komplexität aber nur fortgeschrittenen Linux-Anwendern zu empfehlen. LVM-spezifische Installationstipps sind im Abschnitt [LVM-Installation](#) zusammengefasst.

## Welches Dateisystem?

Linux unterstützt eine Vielzahl unterschiedlicher Dateisysteme, unter anderem ext2, ext3, ext4, btrfs, xfs und zfs. Als Standarddateisystem für Ubuntu gilt ext4. Für Einsteiger gibt es keine Gründe, ein anderes Dateisystem einzusetzen.

## 2.2 EFI-Grundlagen

Bis vor ca. sechs Jahren verwendeten beinahe alle PCs und Notebooks für den Startprozess und für die Hardware-Verwaltung das BIOS (*Basic Input/Output System*). Erst mit der Markteinführung von Windows 8 im Jahr 2012 ist die PC-Welt auf das modernere EFI umgestiegen. EFI steht für *Extensible Firmware Interface* (EFI). Die aktuelle EFI-Version wird häufig auch als UEFI bezeichnet (*Unified EFI*).

Im Vergleich zu BIOS bietet EFI/UEFI zwei wesentliche Vorteile:

- EFI unterstützt Festplatten mit mehr als 2 TByte. Einige BIOS-Versionen kommen zwar ebenfalls mit derart großen Festplatten zurecht, dafür gibt es aber keinen Standard.
- EFI unterstützt die Parallelinstallation mehrerer Betriebssysteme. In der Vergangenheit war das Linux-Programm GRUB dafür verantwortlich, beim Rechnerstart wahlweise Windows oder Linux zu starten. Diese Funktion kann nun EFI übernehmen. Das vereinfacht Parallelinstallationen und macht den Startprozess zuverlässiger.

### Die EFI-Partition

Entscheidend dafür, dass der EFI-Bootprozess funktioniert, ist eine EFI-Partition auf der Festplatte. Microsoft empfiehlt, diese Partition als erste Partition auf der Festplatte einzurichten, obwohl der EFI-Standard dies nicht verlangt. Die Partition muss nicht besonders groß sein, ca. 100 bis 200 MByte reichen vollkommen aus.

Auf der EFI-Partition muss ein VFAT-Dateisystem eingerichtet werden. Außerdem hat die Partition durch eine spezielle UID markiert zu sein. Die EFI-Partition muss am

Mount-Punkt `/boot/efi` in das Linux-Dateisystem eingebunden werden! Das Ubuntu-Installationsprogramm kümmert sich um diese Details.

## UEFI Secure Boot

UEFI Secure Boot ist eine von Microsoft betriebene Erweiterung der EFI-Funktionen: Wenn Secure Boot aktiv ist, kann nur ein Betriebssystem gestartet werden, das mit dem auf dem Mainboard hinterlegten Schlüssel signiert ist. Auf diese Weise ist ausgeschlossen, dass Viren oder andere Schadsoftware bereits in den Bootvorgang eingreifen – ein Problem, das in der Praxis aber ohnedies nur äußerst selten aufgetreten ist.

Ubuntu kommt erfreulicherweise gut mit UEFI Secure Boot zurecht. Dazu installiert Ubuntu eine mit einem Microsoft-Schlüssel signierte Version des Bootloaders GRUB 2. Die technischen Details sind hier beschrieben:

- <https://lists.ubuntu.com/archives/ubuntu-devel/2012-June/035445.html>
- <https://blog.canonical.com/2012/09/20/quetzal-is-taking-flight-update-on-ubuntu-secure-boot-plans>

## 2.3 Ubuntu-Installationsmedium vorbereiten

Bevor Sie mit der Installation beginnen können, benötigen Sie eine Ubuntu-DVD oder einen USB-Stick mit den Ubuntu-Installationsdaten. Im Regelfall laden Sie dazu einfach die ISO-Datei vom Ubuntu-Webserver herunter und brennen diese Datei auf eine leere DVD. Alternativ können Sie den Inhalt der ISO-Datei auch auf einen USB-Stick übertragen. Diesen Schritt können Sie selbstverständlich auch unter Windows erledigen. Dabei helfen Ihnen diverse Programme, die ich Ihnen in diesem Kapitel näher vorstellen werde.

Den Download der ISO-Datei starten Sie am besten von der folgenden Webseite:

<https://www.ubuntu.com/download/desktop>

## DVD brennen

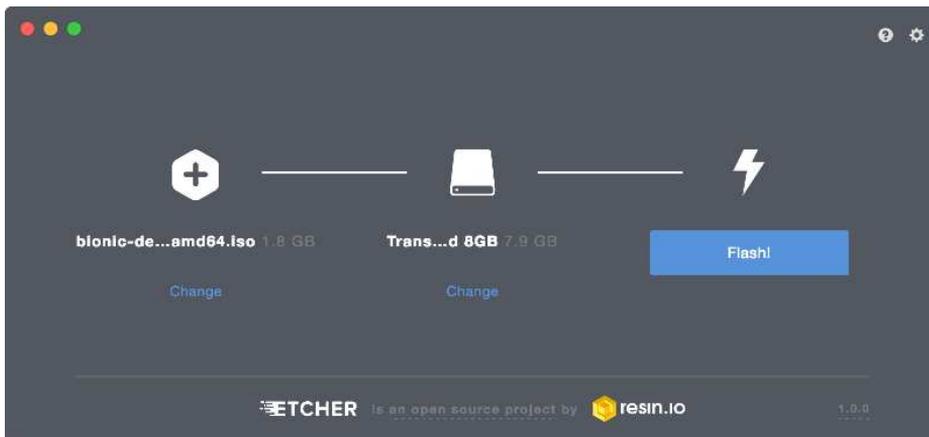
Die heruntergeladene ISO-Datei müssen Sie nun auf eine DVD brennen. Unter Windows klicken Sie die ISO-Datei mit der rechten Maustaste an und führen das Kontextmenükommando DATENTRÄGERABBILD BRENNEN aus. Unter macOS lautet das entsprechende Kontextmenükommando IMAGE »BIONIC-DESKTOP-AMD64.ISO« AUF DAS MEDIUM BRENNEN.

## ISO-Datei auf einen USB-Stick übertragen

Viele Notebooks haben gar kein DVD-Laufwerk mehr. In diesem Fall benötigen Sie als Installationsmedium einen leeren USB-Stick mit zumindest 2 GByte Speicherplatz. Allerdings reicht es nicht aus, die ISO-Datei einfach in das Dateisystem des USB-Sticks zu kopieren. Vielmehr müssen Sie mit der ISO-Datei das vorhandene Dateisystem überschreiben!

Zur Übertragung der ISO-Datei auf den USB-Stick gibt es je nach Betriebssystem unterschiedliche Programme. Empfehlenswert und für Windows, macOS sowie für viele Linux-Distributionen verfügbar ist das kostenlose Programm *Etcher*:

<https://etcher.io>



**Abbildung 2.3:** ISO-Dateien mit Etcher auf einen USB-Stick übertragen (hier unter macOS)

Wenn Sie über einen Rechner mit einer (vielleicht älteren) **Ubuntu-Version** verfügen, installieren Sie das Programm *Startmedienersteller* (Paketname `usb-creator-gtk`) und starten Sie dieses Programm. Darin wählen Sie mit WEITERE die heruntergeladene ISO-Datei und im Listenfeld als ZU VERWENDENDEN DATENTRÄGER den USB-Stick aus.



**Abbildung 2.4:** ISO-Datei unter Ubuntu auf einen USB-Stick übertragen

Auf Rechnern mit einer anderen **Linux-Distribution** können Sie zum Beschreiben des USB-Sticks das Programm *USB-ImageWriter* verwenden. Das Programm wird bei vielen Distributionen als Paket mitgeliefert.

**Erfahrene Linux-Benutzer** kopieren die ISO-Datei mit `dd` in einem Terminalfenster auf den USB-Stick. Dabei ist aber unbedingt zu beachten, dass Sie den richtigen Device-Namen angeben – hier `/dev/sdb` für den zweiten Datenträger, also den USB-Stick. Der Datenträger, dessen Device Sie hier angeben, wird unwiderruflich gelöscht. Stellen Sie sicher, dass es sich nicht um eine interne Festplatte handelt! Einen Überblick über alle dem System bekannten Datenträger-Devices liefert das Kommando `lsblk` im Terminal.

```
sudo dd if=Downloads/bionic-desktop-amd64.iso of=/dev/sdb bs=4M
```

## 2.4 Windows-Partition verkleinern

Oft befindet sich das bereits installierte Windows in einer einzigen, sehr großen Partition, die die gesamte Festplatte ausfüllt. Dass innerhalb dieser Partition womöglich Hunderte GByte frei sind, nützt nichts: Linux braucht für die Installation eine oder besser gleich mehrere eigene Partitionen. Damit Sie diese Partitionen anlegen können, müssen Sie die Windows-Partition verkleinern. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: vor der Installation innerhalb von Windows, oder während der Installation durch das Ubuntu-Installationsprogramm. Ich rate Ihnen zur ersten Variante!

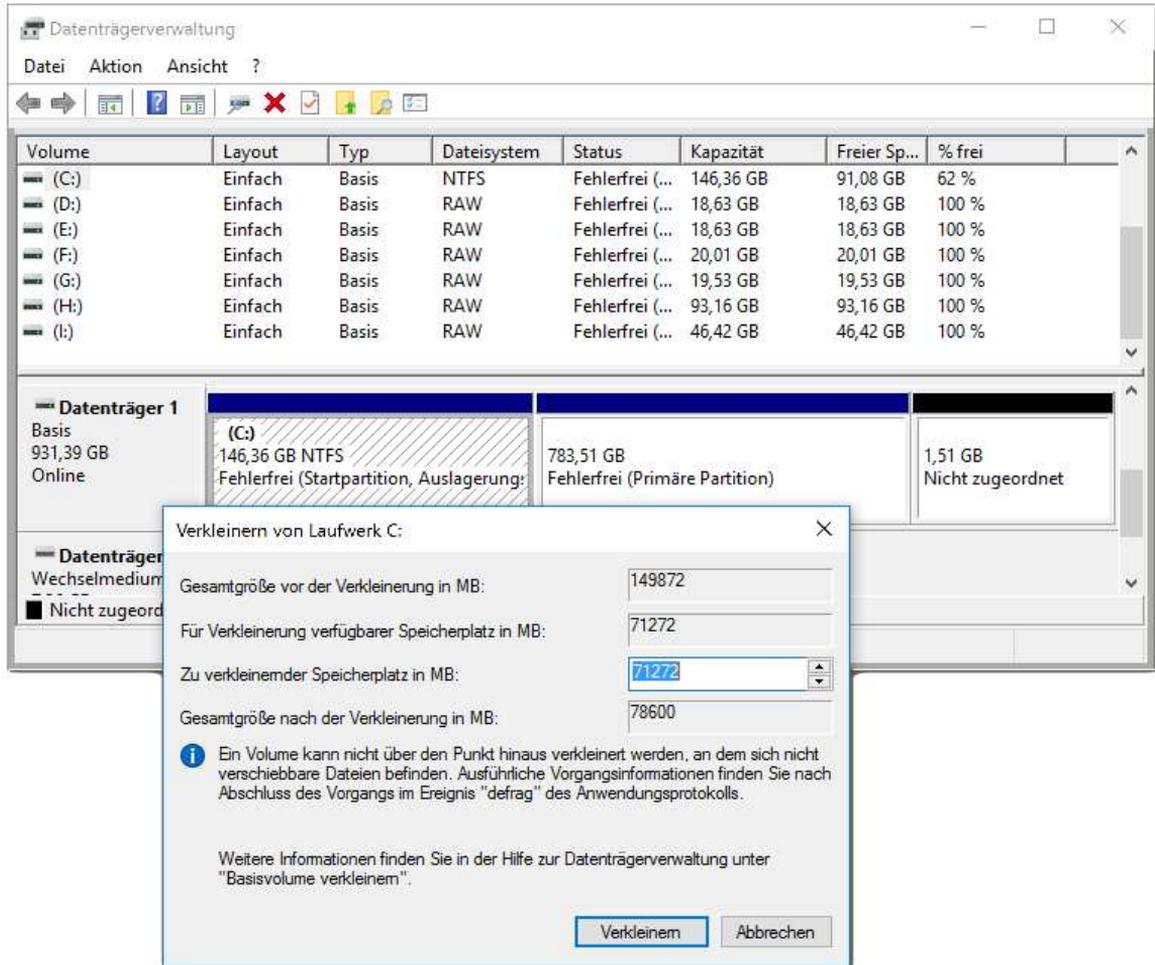
### Windows-Partition unter Windows verkleinern

Unter Windows ist eine verlustfreie Verkleinerung von Windows-Partitionen im laufenden Betrieb möglich. Dazu suchen Sie im Startmenü nach FESTPLATTENPARTITIONEN ERSTELLEN UND FORMATIEREN und starten so das Modul DATENTRÄGERVERWALTUNG aus den Systemeinstellungen. Dort klicken Sie die Windows-Partition mit der rechten Maustaste an und führen VOLUME VERKLEINERN aus. Anschließend können Sie einstellen, wie viel Speicherplatz Sie freigeben möchten (siehe Abbildung 2.5). In der Regel ist es zweckmäßig, nicht das Maximum auszuschöpfen, sondern auch für Windows ausreichend Platz zu lassen.

### Windows-Partition im Ubuntu-Installationsprogramm verkleinern

Das Ubuntu-Installationsprogramm gibt Ihnen ebenfalls die Möglichkeit, die Windows-Partition zu verkleinern. **Damit das funktioniert, müssen Sie Windows vor dem Start der Installation vollständig herunterfahren!** Bei einem gewöhnlichen Ausschalten ist das aber nicht der Fall! Vielmehr wird Windows für einen späteren Schnellstart in einen speziellen Modus heruntergefahren. Um ein »richtiges« Herunterfahren zu erzwingen, schließen Sie zuerst alle Programme und starten dann das Eingabeaufforderungsprogramm `cmd.exe`. Dort führen Sie das folgende Kommando aus:

```
shutdown /p
```



**Abbildung 2.5:** Windows-Partition unter Windows verkleinern

Im Ubuntu-Installationsprogramm, das im übernächsten Abschnitt ausführlich beschrieben wird, finden Sie eine Funktion zur Verkleinerung der Windows-Partition im Dialog zur Festplattenpartitionierung (siehe Abbildung 2.9).

## 2.5 Ubuntu installieren

Die folgenden Abschnitte erklären die Installation von einer DVD bzw. von einem USB-Stick. Die Installation beginnt mit einem Neustart des Rechners. Vorher müssen Sie Windows komplett herunterfahren (mit `shutdown /p` in `cmd.exe`, siehe oben). Verwenden Sie dabei keine Ruhemodi!

Falls Ihr Rechner beim Neustart die DVD bzw. den USB-Stick ignoriert und einfach das bisherige Betriebssystem bootet, müssen Sie das BIOS/EFI so einstellen, dass das DVD-Laufwerk bzw. der USB-Stick das bevorzugte Boot-Medium ist. Wenn alles gut geht, erscheint ein paar Sekunden nach dem Rechnerneustart der Startdialog des Installationsprogramms.

Bei aktuellen Rechnern werden die Funktionen des Mainboards nicht durch das BIOS, sondern durch das *Extensible Firmware Interface* (EFI) gesteuert. Dabei ist aber zu beachten, dass manche EFI-Rechner zusätzlich auch BIOS-kompatibel sind. In solchen Fällen scheint die Ubuntu-DVD oder der USB-Stick im Bootmenü *doppelt* auf, einmal mit der gewöhnlichen Bezeichnung und einmal mit dem vorangestellten Wort EFI oder UEFI: Sie müssen das Bootmedium unbedingt in der EFI-Variante starten, wenn Sie eine EFI-Installation durchführen möchten!



**Abbildung 2.6:** Für eine EFI-Installation müssen Sie den EFI-Eintrag auswählen.

### Vorsicht!

Das Ubuntu-Installationsprogramm kommt mit den meisten gängigen Notebooks und PCs problemlos zurecht, aber es gibt eine wichtige Ausnahme – Hybrid-Speichersysteme: Das sind Rechner, bei denen eine meistens kleine Solid State Disk (SSD) als Puffer für eine herkömmliche Festplatte dient. Unter Windows kümmern sich spezielle Treiber um die kombinierte Nutzung beider Datenträger. Unter Linux fehlen aber dazu kompatible Treiber. Im Idealfall vermeiden Sie derartige Rechner

vollständig. Geben Sie lieber ein paar Euros mehr aus und investieren Sie in eine SSD als einziges Speichermedium!

Ist es dafür zu spät, das Notebook also schon gekauft, müssen Sie bei der Ubuntu-Installation unbedingt darauf achten, dass Sie die kleine Puffer-SSD nicht anrühren. Diese bleibt unter Ubuntu also ungenutzt. Außerdem dürfen Sie im laufenden Betrieb nicht auf die Windows-Partition zugreifen. Sie riskieren sonst Datenverluste auf der Windows-Partition!

Die obige Warnung vor Hybrid-Speichersystemen gilt nicht für SSHDs, also Festplatten mit einer *integrierten* (meist recht kleinen) SSD: SSHDs erscheinen nach außen wie *eine* gewöhnliche Festplatte; die eingebaute SSD wird durch einen festplatteninternen Treiber als Cache verwendet. Ich muss allerdings zugeben, dass ich selbst keine SSHDs besitze und insofern keine eigenen Tests durchführen konnte. Generell haben sich SSHDs trotz ihres interessanten Konzepts nicht etablieren können. Auf die Gefahr hin, dass ich mich wiederhole: Verwenden Sie »richtige« SSDs!

## Installationsoptionen

Im Ubuntu-Live-System starten Sie das Installationsprogramm durch einen Doppelklick auf das Icon *Ubuntu installieren* bzw. *Install Ubuntu*. Im ersten Schritt des Installationsprogramms wählen Sie die Sprache *Deutsch* aus. Alle weiteren Dialoge erscheinen dann überwiegend in deutscher Sprache – mit Ausnahme einiger Dialogtexte, die offensichtlich nicht rechtzeitig übersetzt worden sind.

Sofern Ihr Rechner nicht über ein Netzwerkkabel mit dem Internet verbunden ist und einen WLAN-Adapter besitzt, können Sie nach der Auswahl von Sprache und Tastaturlayout eine WLAN-Verbindung einrichten. Anschließend haben Sie die Wahl zwischen mehreren Installationsoptionen:

- Die Optionen **NORMALE INSTALLATION** und **MINIMALE INSTALLATION** betreffen den Umfang der Installation. Auf jeden Fall wird ein komplettes Basissystem inklusive Gnome-Desktop und Webbrowser installiert. Bei einer normalen Installation kommen diverse Desktop-Programme (Audio- und Video-Player, Office-Paket) hinzu. Diese

Programme fehlen nach einer minimalen Installation; sie können aber bei Bedarf problemlos nachträglich hinzugefügt werden.

Die Idee einer Minimalinstallation ist an sich gut, die Platzersparnis ist aber gering und beträgt nur ca. 500 MByte: Eine normale Installation beansprucht ca. 5 GByte, eine minimale Installation liegt bei ca. 4,5 GByte.

- **WÄHREND UBUNTU INSTALLIERT WIRD AKTUALISIERUNGEN HERUNTERLADEN:** Wenn diese Option aktiv ist, werden verfügbare Updates bereits während der Installation heruntergeladen. Das stellt sicher, dass Sie vom ersten Start an ein aktuelles System haben, verlängert die Installationsdauer aber merklich.
- Die Option **INSTALL THIRD-PARTY SOFTWARE** steuert, ob Pakete von Drittanbietern installiert werden sollen. Das betrifft vor allem diverse Audio- und Video-Codecs. Die so installierten Pakete sind zwar kostenlos verfügbar, unterliegen aber nicht alle einer Open-Source-Lizenz bzw. sind unter Umständen mit rechtlichen Problemen (z. B. Patent-Streitigkeiten) behaftet. Beachten Sie, dass das Adobe-Flash-Plugin im Gegensatz zu früher nicht installiert wird. (Bei Bedarf können Sie später das Paket `flash-installer` selbst installieren.)



Abbildung 2.7: Installationsoptionen

## Parallelinstallation oder Windows ersetzen?

Je nachdem, wie die Festplatte momentan partitioniert ist, können Sie im nächsten Schritt zwischen den folgenden Optionen wählen (siehe Abbildung 2.8). Beachten Sie, dass die angezeigten Optionen davon abhängen, welche Partitionen das Installationsprogramm auf der Festplatte/SSD entdeckt. Es werden also unter Umständen mehr, weniger oder andere Optionen angezeigt als in der folgenden Abbildung!

- **UBUNTU NEBEN XXX INSTALLIEREN:** Damit installieren Sie Ubuntu in eine neue Partition neben anderen, bereits installierten Betriebssystemen. Diese Option steht nur zur Auswahl, wenn auf der Festplatte ausreichend Platz zum Anlegen neuer Partitionen vorhanden ist. Wenn bisher Windows auf Ihrem Rechner installiert war, stellen Sie im nächsten Dialog ein, wie stark die Windows-Partition verkleinert werden soll (siehe Abbildung 2.9). Dazu verschieben Sie einfach den Trennbalken zwischen der Windows- und der Ubuntu-Partition. Bei dieser Installationsvariante bleibt Ihr bisheriges Betriebssystem erhalten, und Sie verlieren keine Daten.

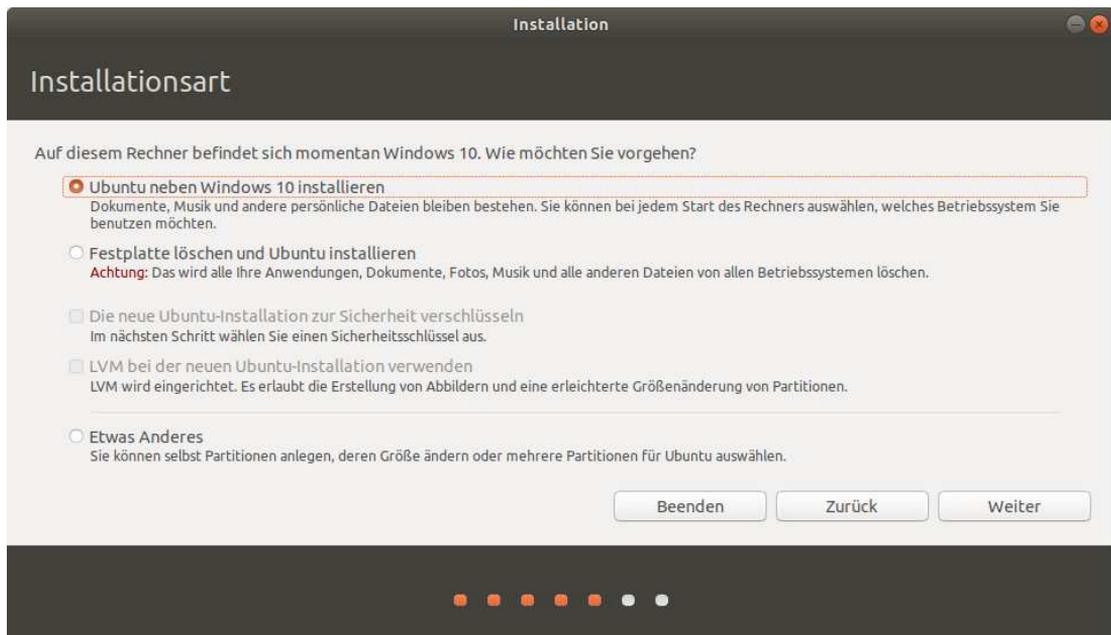


Abbildung 2.8: Installationsart wählen

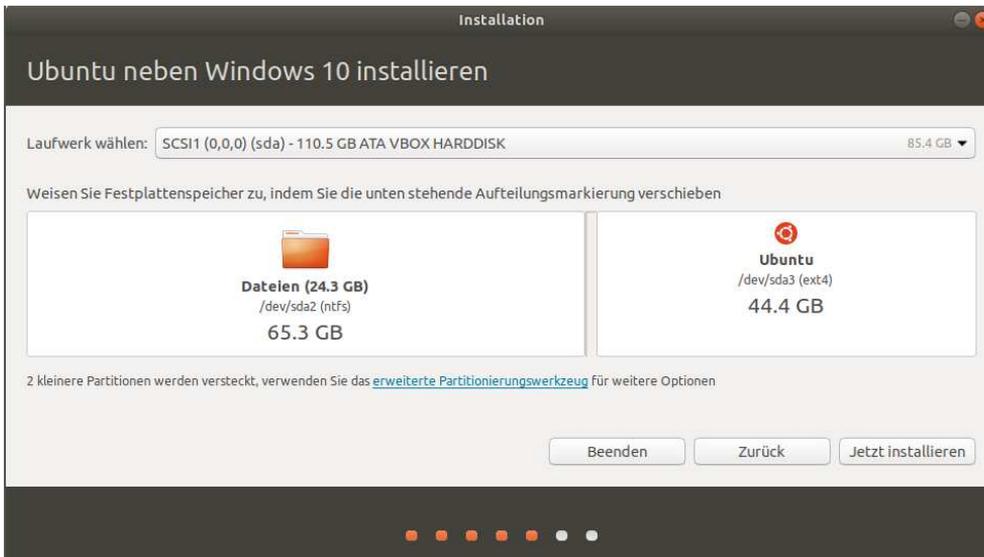


Abbildung 2.9: Windows-Partition verkleinern

- **XXX LÖSCHEN UND NEU INSTALLIEREN:** Damit löschen Sie ein bereits vorhandenes Betriebssystem (Windows oder Linux) und ersetzen es durch Ubuntu. Ihre Daten gehen dabei verloren.
- **UBUNTU XXX AUF DIE VERSION 18.04 AKTUALISIEREN:** Damit wird eine vorhandene Ubuntu-Installation aktualisiert. Ihre persönlichen Daten im /home-Verzeichnis bleiben erhalten, ebenso ein Teil der Systemeinstellungen.
- **FESTPLATTE LÖSCHEN UND UBUNTU INSTALLIEREN:** Damit wird die gesamte Festplatte gelöscht und anschließend neu partitioniert. Sie verlieren alle Daten auf der Festplatte. Diese Option wird auch dann angezeigt, wenn die Festplatte noch leer ist und keine Partitionstabelle enthält.
- **ETWAS ANDERES:** Diese Option führt in ein manuelles Partitionsprogramm (siehe unten). Dort können Sie selbst vorhandene Partitionen verkleinern oder löschen, im freien Bereich der Festplatte neue Partitionen anlegen etc. Diese Option gibt routinierten Linux-Anwendern die größte Flexibilität, Ubuntu parallel zu anderen Betriebssystemen (egal, ob Windows oder Linux) zu installieren.

Nur wenn Sie auf Ihrem Rechner ausschließlich Ubuntu installieren und es keine anderen Betriebssysteme gibt bzw. diese bei der Ubuntu-Installation überschrieben werden, stellt das Installationsprogramm zwei weitere Optionen zur Auswahl (siehe Abbildung 2.8):

- DIE NEUE UBUNTU-INSTALLATION ZUR SICHERHEIT VERSCHLÜSSELN
- LVM BEI DER NEUEN UBUNTU-INSTALLATION VERWENDEN

Diese Optionen klingen vollkommen unterschiedlich, sind in Wirklichkeit aber ganz ähnlich: Die LVM-Option bewirkt, dass während der Installation ein LVM-System eingerichtet wird. Das gilt auch für die Verschlüsselungsoption, allerdings wird das LVM-System in diesem Fall zusätzlich verschlüsselt. Das zugehörige Passwort müssen Sie jedesmal angeben, wenn Sie den Rechner hochfahren, also noch vor dem Login, der durch ein weiteres Passwort abgesichert ist. Damit vermeiden Sie, dass beim Verlust oder Diebstahl eines Notebooks sensible Daten in die falschen Hände geraten. Hintergrundinformationen zu beiden Installationsvarianten folgen im Abschnitt [LVM-Installation](#). Linux-Einsteiger sollten beide Optionen deaktiviert lassen!

## Manuelle Partitionierung (ETWAS ANDERES)

Wenn Sie sich für ETWAS ANDERES entschieden haben, zeigt das Installationsprogramm im nächsten Schritt die aktuelle Partitionsliste auf der Festplatte. Sie können nun vorhandene Partitionen löschen, die letzte Partition der Partitionsliste verkleinern sowie neue Partitionen einrichten. Zur Installation von Linux müssen Sie zumindest bei einer Partition angeben, dass diese formatiert und dass als EINBINDUNGSPUNKT das Verzeichnis / verwendet werden soll (Systempartition).

Vergessen Sie bei der manuellen Partitionierung auf EFI-Rechnern die EFI-Partition nicht! Diese Partition sollte die erste Partition der Festplatte und rund 200 MByte groß sein. Beim Hinzufügen geben Sie an, dass Sie die Partition als EFI-BOOT-PARTITION benutzen möchten. Das Installationsprogramm kümmert sich um den Rest. Sollte es bereits eine EFI-Partition geben, erkennt Ubuntu diese in der Regel korrekt. Auf keinen Fall dürfen Sie eine schon vorhandene EFI-Partition neu formatieren – sonst können Sie nach der Ubuntu-Installation die zuvor schon installierten anderen Betriebssysteme nicht mehr starten!

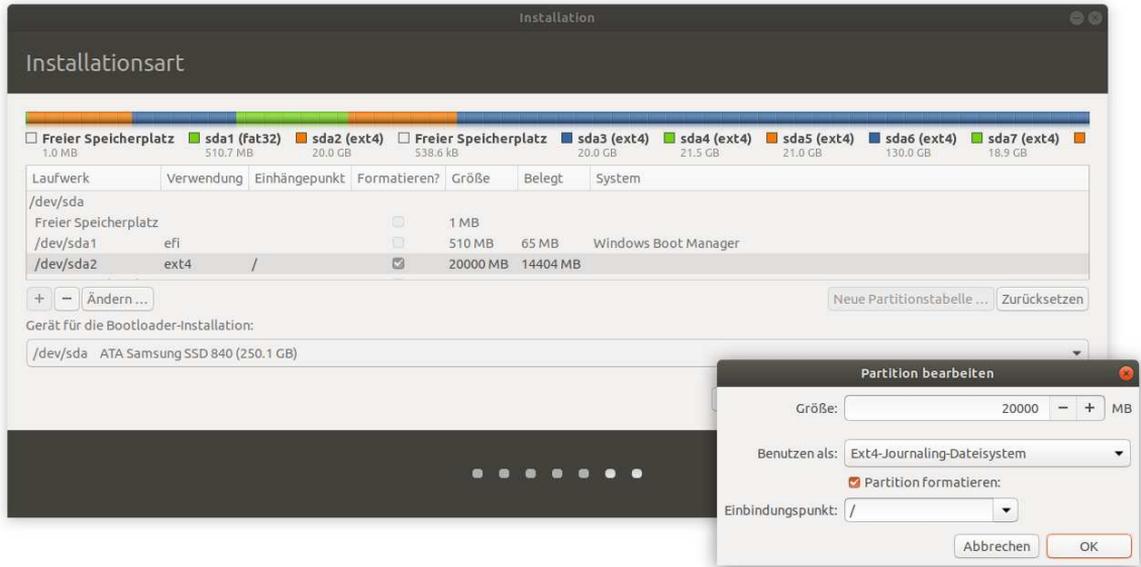


Abbildung 2.10: Manuelle Festplattenpartitionierung

### Gerät für die Bootloader-Installation

Der Partitionierungsdialog zeigt am unteren Rand das Listenfeld GERÄT FÜR DIE BOOTLOADER-INSTALLATION an. Bei Installationen auf EFI-Rechnern ist diese Option irrelevant und irreführend – der Bootloader wird immer in die EFI-Partition installiert.

Bei älteren Rechnern mit BIOS steuert das Listenfeld aber tatsächlich, wohin der Bootloader installiert wird. Sie haben die Wahl zwischen den Festplatten Ihres Rechners sowie einigen der darauf enthaltenen Partitionen. In der Defaulteinstellung wird der Bootloader immer in den ersten Sektor der ersten Festplatte/SSD installiert. Belassen Sie diese Einstellung!

### Eine vorhandene Ubuntu/Linux-Installation ersetzen

Wenn Sie schon einmal Ubuntu oder eine andere Linux-Distribution installiert haben, möchten Sie diese Distribution vielleicht nicht mehr weiter nutzen und stattdessen – in die bereits vorhandenen Partitionen – ein neues Ubuntu Linux installieren. Das ist kein Problem:

- Führen Sie vor der Installation ein Backup aller Daten aus, die Ihnen wichtig sind!
- Im Installationsprogramm wählen Sie die Variante ETWAS ANDERES. Anschließend wählen Sie die vorhandene Linux-Systempartition aus und geben an, dass diese Partition als neue Systempartition dienen soll. Dazu wählen Sie als Einbindungspunkt (*mount point*) das Verzeichnis / aus und geben an, dass die Partition vor der Installation mit einem EXT4-JOURNALING-DATEISYSTEM neu formatiert werden soll.
- Falls es in Ihrer früheren Linux-Installation eine eigene /home-Partition mit persönlichen Daten gegeben hat, können Sie diese bei der Neuinstallation weiterverwenden. Dazu geben Sie bei der manuellen Partitionierung an, dass Sie die Partition mit dem Einbindepunkt /home weiter benutzen möchten und dass Sie die Partition *nicht* formatieren möchten.

Falls Sie bei Ihrer früheren Linux-Installation LVM verwendet haben, erkennt das Ubuntu-Installationsprogramm Logical Volumes, so dass Sie auch diese weiterverwenden können. Darüber hinaus ist das Installationsprogramm bei der LVM-Konfiguration aber nicht sehr flexibel.

## Zeitzone und Tastaturbelegung

Mit JETZT INSTALLIEREN schließen Sie die Partitionierung der Festplatte ab und starten die eigentliche Installation. Alle weiteren Einstellungen führen Sie danach parallel zur Installation durch.

Zuerst fragt das Installationsprogramm, in welcher Zeitzone Sie sich befinden. Im nächsten Schritt stellen Sie die Tastaturbelegung ein. Das Installationsprogramm schlägt die Variante DEUTSCH vor. Bei dieser Variante dienen die Zeichen ´ ` ~ ^ der Bildung von Buchstaben mit Akzenten (etwa é oder ô). Wenn Sie eines der vier Zeichen ´ ` ~ ^ direkt benötigen, müssen Sie zusätzlich ein Leerzeichen angeben. Gerade Programmierer, die diese Zeichen oft eingeben, werden das als unbequem empfinden und haben daher die Wahl zwischen mehreren Layoutvarianten, die eine direkte Eingabe dieser Sonderzeichen erlauben.

Variante	Bedeutung
Deutsch	einfache Eingabe von Buchstaben mit Akzenten
Deutsch, ohne Akzenttasten	direkte Eingabe von ~, ^, ´ und `
Deutsch, nur Acute-Akzentzeichen	direkte Eingabe von ~, ^ und ´
Deutsch, nur Grave- und Acute-Akzentz.	direkte Eingabe von ~ und ^

**Tabelle 2.3:** Verschiedene Tastatur-Layouts

## Persönliche Daten, Login-Verfahren und Verschlüsselung

Als Nächstes geben Sie Ihren Namen, den gewünschten Login-Namen, das Passwort und den Rechnernamen ein.

The screenshot shows the 'Wer sind Sie?' (Who are you?) screen during Ubuntu installation. The fields are filled with the following information:

- Ihr Name: Michael Kofler ✓
- Name Ihres Rechners: ubuntu-notebook ✓  
Der Name, der bei der Kommunikation mit anderen Rechnern verwendet wird.
- Wählen Sie einen Benutzernamen: michael ✓
- Ein Passwort auswählen: [masked] **Ausreichendes Passwort**
- Passwort wiederholen: [masked] ✓

At the bottom, there are two radio buttons:

- Automatisch anmelden
- Passwort zum Anmelden abfragen

Buttons for 'Zurück' and 'Weiter' are visible at the bottom right.

**Abbildung 2.11:** Benutzernamen und Passwort angeben

Falls Sie eine bereits vorhandene `/home`-Partition weiter benutzen möchten, sollten Sie darauf achten, dass Sie im Textfeld `WÄHLEN SIE EINEN BENUTZERNAMEN` exakt denselben Login-Namen wie bisher wählen. Wenn Sie im bisherigen System nicht nur einen, sondern mehrere Benutzer eingerichtet haben, können Sie während der Installation nur den ersten Benutzer wieder aktivieren. Die weiteren Benutzer müssen Sie später in den Systemeinstellungen manuell wieder aktivieren.

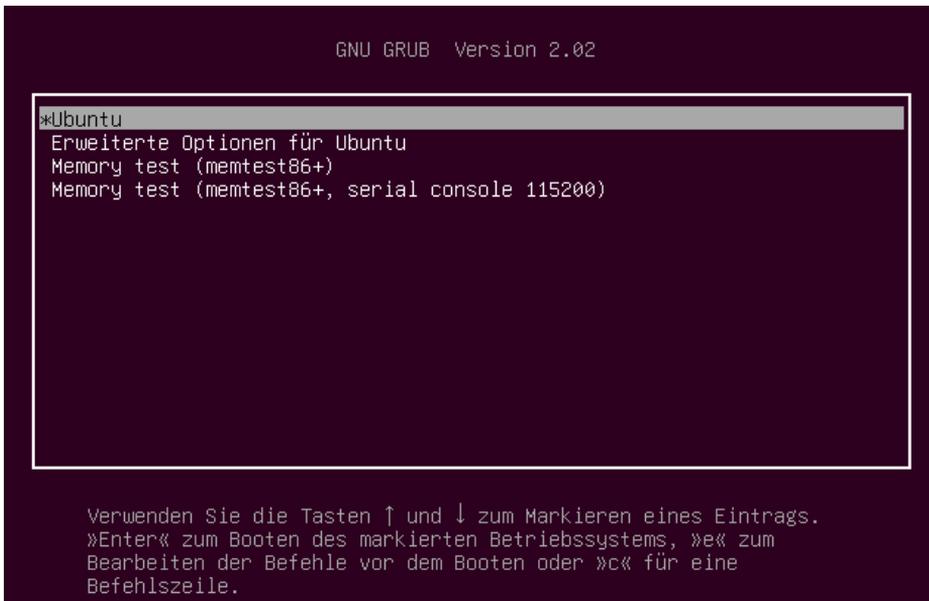
Sie haben die Wahl zwischen drei Login-Optionen:

- `AUTOMATISCHE ANMELDUNG` bewirkt, dass der Benutzer beim Rechnerstart automatisch (ohne Login und Passwortangabe) eingeloggt wird. Das ist bequem, aber natürlich ein Sicherheitsmangel. Da manche Ubuntu-Funktionen die Passwordeingabe unbedingt erfordern, z. B. die Synchronisation von Passwörtern für die Windows-Freigabe oder der Zugang auf von Gnome verwalteten Passwörtern, rate ich von der Verwendung dieser Option ab.
- `PASSWORT ZUM ANMELDEN ABFRAGEN` bedeutet, dass Sie sich beim Start des Rechners mit Namen und Passwort anmelden müssen.

## Installation abschließen und Rechner neu starten

Nachdem Sie alle Einstellungen vorgenommen haben, dauert es möglicherweise noch eine Weile, bis das Programm die Installation abschließt. Anschließend wird der Rechner heruntergefahren. Nehmen Sie die DVD aus dem Laufwerk bzw. lösen Sie den USB-Stick und drücken Sie , um den Rechner von der Festplatte neu zu starten.

Auf EFI-Rechnern erscheint nach dem Neustart kurz das GRUB-Menü (siehe Abbildung 2.12). GRUB steht für *Grand Unified Bootloader* und ist ein winziges Programm mit Textoberfläche, das zum Start von Linux dient und mit dem Ubuntu gegebenenfalls auch in einem Notfallmodus (*Recovery Mode*) gestartet werden kann. Nach einigen Sekunden wird automatisch Ubuntu ge-startet. Schneller geht es, wenn Sie während der Wartezeit  drücken.



**Abbildung 2.12:** Das GRUB-Menü

## Windows starten

Falls Sie anstelle von Ubuntu das schon bisher installierte Windows hochfahren möchten, müssen Sie unmittelbar nach dem Einschalten des Rechners eine spezielle Taste drücken, um in das EFI-Bootmenü zu gelangen. Dort haben Sie dann die Wahl zwischen Ubuntu und Windows.

Welche Taste in das EFI-Bootmenü führt, ist vom Mainboard-Hersteller abhängig. Hilfreich ist oft die folgende Liste. Wenn Sie Ihren Rechner dort nicht finden, müssen Sie im Internet selbst recherchieren:

<http://www.disk-image.com/faq-bootmenu.htm>

Auch auf alten Rechnern mit BIOS (aber ohne EFI) erscheint nach dem Neustart das GRUB-Menü. In diesem Fall können Sie hier zwischen Windows und Linux wählen, d. h., GRUB übernimmt die Rolle des EFI-Bootmenüs von neueren Rechnern.

## Kein GRUB-Menü

Das GRUB-Menü wird nicht sichtbar, wenn sich auf dem Rechner ausschließlich Ubuntu befindet.

## Willkommensassistent

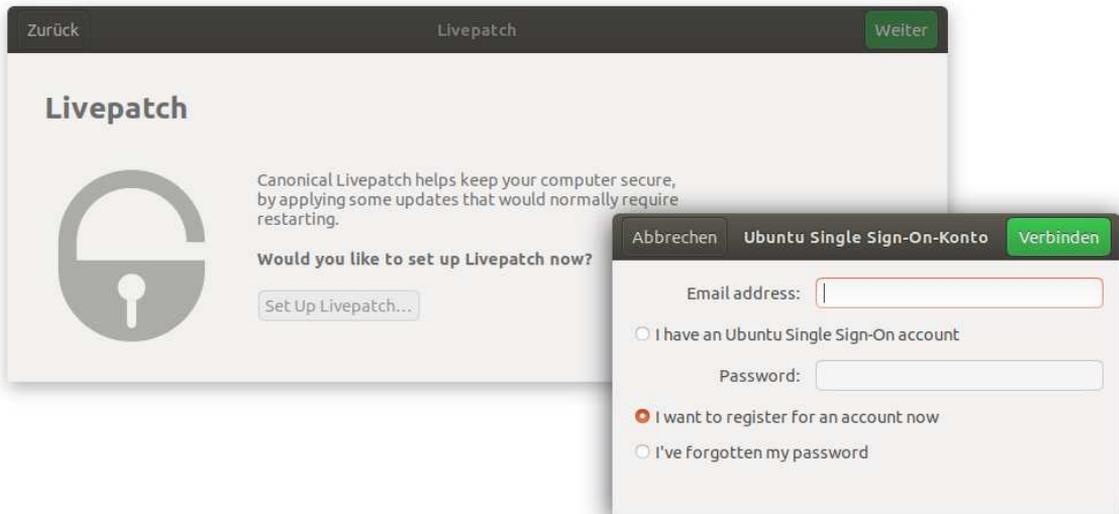
Nach dem ersten Login in Ubuntu erscheint ein Willkommensassistent. Er fasst im ersten Dialog in Bildform die wichtigsten Neuerungen auf dem Desktop zusammen.



**Abbildung 2.13:** Der Willkommensassistent

Der zweite Dialog gibt Ihnen die Möglichkeit, die Livepatch-Funktion für den Kernel einrichten. Das ist eine zusätzliche Update-Funktion, die es ermöglicht, Sicherheits-Updates im laufenden Betrieb in den Kernel zu integrieren. Für Server-Installationen ist das eine tolle Sache. Auf Desktop-Systemen ist der Nutzen bzw. Sicherheitsgewinn allerdings relativ gering.

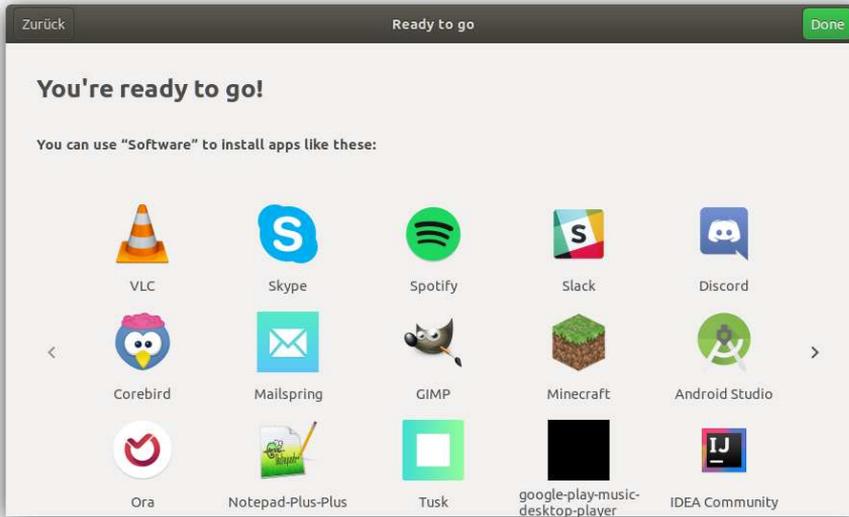
Die Livepatch-Funktion steht Privatanwendern kostenlos zur Verfügung, erfordert aber, dass Sie sich bei einem Ubuntu-One-Konto anmelden bzw. ein solches Konto einrichten. Natürlich können Sie die Livepatch-Funktion auch später aktivieren – siehe den Abschnitt [Kernel-Updates](#).



**Abbildung 2.14:** Kernel-Livepatches einrichten

Der dritte Dialog des Assistenten fragt, ob Sie bereit sind, Systeminformationen an die Ubuntu-Entwickler zu übertragen. Dazu zählen Hardware-Informationen, die Liste der installierten Pakete sowie die geografische Region, in der Sie sich befinden. Mit `SHOW THE FIRST REPORT` können Sie sich den Umfang der Daten gleich ansehen. (Kurz gefasst: Große Privacy-Bedenken müssen Sie nicht haben.)

Der vierte Dialog weist schließlich darauf hin, dass Sie mit dem Programm *Ubuntu-Software* jede Menge weiterer Programme installieren können. Ein Klick auf das entsprechende Icon führt direkt in das Installationsprogramm.

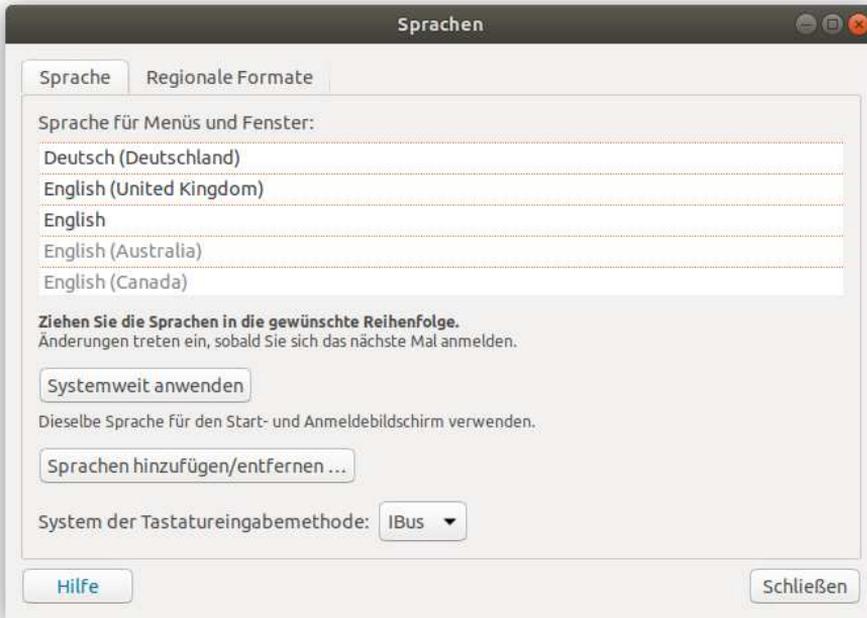


**Abbildung 2.15:** Sie können später eine Menge weiterer Programme installieren.

## Deutsche Sprachpakete installieren

Das Installationsmedium enthält nicht alle deutschen Sprachpakete. Deshalb versucht das Installationsprogramm, die fehlenden Dateien aus dem Internet herunterzuladen. Dieser Versuch scheitert aber, wenn während der Installation keine Internetverbindung besteht. Dann erscheint beispielsweise LibreOffice mit englischen Menüs.

Um die Sprachpakete gegebenenfalls nachträglich zu installieren, klicken Sie rechts oben im Panel zuerst auf den Ein/Aus-Button und dann auf das Werkzeug-Symbol, um die Systemeinstellungen zu starten. Im Modul REGION UND SPRACHE führt der Button INSTALLIERTE SPRACHEN VERWALTEN in ein Programm, das dabei hilft, fehlende bzw. weitere Sprachpakete zu installieren und die installierten Sprachen zu ordnen. Ubuntu verwendet dann je nach Verfügbarkeit die passende Lokalisierung. Die Änderungen werden zum Teil erst nach dem nächsten Login wirksam.



**Abbildung 2.16:** Sprachpakete installieren

Standardmäßig sind immer auch die englischen Sprachpakete installiert. Daran sollten Sie nichts ändern! Ein Teil der Lokalisierung und Dokumentation liegt leider nur in englischer Sprache vor. Die englischen Sprachpakete stellen sicher, dass beim Fehlen der deutschen Übersetzung zumindest englische Texte angezeigt werden.

Falls Sie unter Ubuntu auch KDE-Programme nutzen, z. B. den Audio-Player *Amarok*, müssen Sie sich selbst darum kümmern, die Lokalisierungsdatei für die KDE-Programme zu installieren. Dazu klicken Sie auf AKTIVITÄTEN, starten dort das Programm *Terminal* und führen darin die folgenden Kommandos aus. Dabei müssen Sie einmal Ihr Passwort angeben.

```
sudo apt update
[sudo] Passwort für <ihrName>: *****
```

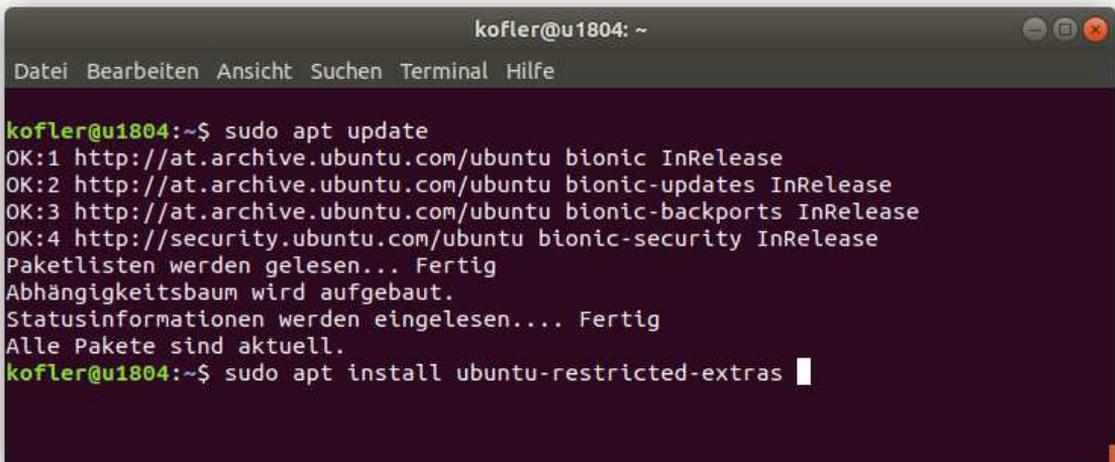
```
sudo apt install kde-l10n-de
```

## Ubuntu Restricted Extras

Aus Lizenzgründen und wegen Patentunsicherheiten können einige Ubuntu-Pakete nicht standardmäßig in allen Ländern installiert werden. Das betrifft unter anderem diverse Audio- und Video-Codexs sowie kostenlos verfügbare Schriften von Microsoft.

Zum Glück lassen sich diese Einschränkungen ganz leicht beheben: Um Ihre Ubuntu-Installation zu vervollständigen, starten Sie in den AKTIVITÄTEN das Programm *Terminal* und führen darin die folgenden Kommandos aus. Dabei müssen Sie Ihr Passwort angeben, außerdem müssen Sie bestätigen, dass Sie die Pakete wirklich installieren möchten und dass Sie die Lizenzbedingungen zur Nutzung der Microsoft-Fonts akzeptieren.

```
sudo apt update
[sudo] Passwort für <ihrName>: *****
sudo apt install ubuntu-restricted-extras
```

A screenshot of a terminal window titled 'kofler@u1804: ~'. The window has a menu bar with 'Datei', 'Bearbeiten', 'Ansicht', 'Suchen', 'Terminal', and 'Hilfe'. The terminal output shows the execution of 'sudo apt update' and 'sudo apt install ubuntu-restricted-extras'. The update command outputs four OK messages for different repositories and status messages. The install command is shown at the bottom with a cursor at the end.

```
kofler@u1804:~$ sudo apt update
OK:1 http://at.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease
OK:2 http://at.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates InRelease
OK:3 http://at.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-backports InRelease
OK:4 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security InRelease
Paketlisten werden gelesen... Fertig
Abhängigkeitsbaum wird aufgebaut.
Statusinformationen werden eingelesen... Fertig
Alle Pakete sind aktuell.
kofler@u1804:~$ sudo apt install ubuntu-restricted-extras
```

Abbildung 2.17: Ubuntu Restricted Extras im Terminal installieren

## 2.6 LVM-Installation

Das grafische Installationsprogramm unterstützt auch den Logical Volume Manager (LVM). Das ist eine logische Schicht zwischen dem Dateisystem und den Partitionen der Festplatte oder SSD. Was zuerst sehr abstrakt klingt, hat in der Praxis durchaus handfeste Vorteile:

- Im Rahmen des von LVM verwalteten Festplattenbereichs können Sie im laufenden Betrieb ohne Rechnerneustart Partitionen anlegen, vergrößern und verkleinern. Den vorhandenen LVM-Speicherpool können Sie jederzeit durch den Einbau einer weiteren Festplatte/SSD vergrößern.
- Sie können dank LVM Bereiche mehrerer Festplatten/SSDs zu einer einzigen, riesigen virtuellen Partition zusammenfassen.
- Sie können sehr einfach einen sogenannten Snapshot eines Dateisystems erstellen. Das ist ideal für Backups im laufenden Betrieb.
- LVM ist sehr schnell. Der Geschwindigkeitsunterschied gegenüber dem direkten Ansprechen einer Festplattenpartition ist kaum messbar. Die CPU-Belastung ist nur geringfügig höher. Sie bezahlen für die höhere Flexibilität also nicht mit einer spürbar verringerten Geschwindigkeit.
- Sie können das gesamte LVM-System verschlüsseln. Das mindert zwar die Geschwindigkeit, stellt aber sicher, dass die Daten Ihres Notebooks auch bei Verlust oder Diebstahl nicht in falsche Hände geraten können.

### LVM-Glossar

Die Fülle ähnlich lautender Begriffe und Abkürzungen erschwert den Einstieg in die LVM-Welt. Um die Konfusion nicht noch zu vergrößern, verzichte ich in diesem Abschnitt bewusst auf eine Übersetzung der Begriffe. Zwischen der Festplatte und dem Dateisystem stehen drei Ebenen: Physical Volumes, Volume Groups und Logical Volumes:

- **Physical Volume (PV):** Ein PV ist im Regelfall eine von LVM verwaltete Partition der Festplatte. Es kann sich auch um eine ganze Festplatte oder um ein RAID-Device handeln. Entscheidend ist, dass die Partition, die Festplatte oder der RAID-Verbund

als PV gekennzeichnet ist, damit die unterschiedlichen LVM-Kommandos funktionieren.

- **Volume Group (VG):** Ein oder mehrere Physical Volumes können zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Auf diese Weise ist es möglich, Partitionen unterschiedlicher Festplatten quasi zusammenzuhängen, also einheitlich zu nutzen. Die Volume Group stellt eine Art Speicherpool dar, der alle zur Verfügung stehenden physikalischen Speichermedien vereint. Dieser Pool kann jederzeit um weitere Physical Volumes erweitert werden.
- **Logical Volume (LV):** Ein Logical Volume ist ein Teil der Volume Group. Für den Anwender wirkt ein Logical Volume wie eine virtuelle Partition. Im Logical Volume wird das Dateisystem angelegt. Das heißt, anstatt ein Dateisystem in `/dev/sda7` anzulegen, geben Sie jetzt den Device-Namen des Logical Volumes an. Falls in der Volume Group noch Speicher verfügbar ist, können Logical Volumes jederzeit vergrößert werden.

In der LVM-Dokumentation kommen noch zwei weitere Begriffe häufig vor:

- **Physical Device (PD):** Dabei handelt es sich einfach um einen Datenbereich, den LVM nutzen darf. Das kann die ganze Festplatte oder SSD sein, eine darauf befindliche Partition oder ein RAID-Verbund.
- **Physical Extent (PE):** Bei Volume Groups und Logical Volumes kann nicht jedes einzelne Byte einzeln verwaltet werden. Die kleinste Dateneinheit ist vielmehr ein Physical Extent (standardmäßig 4 MByte).

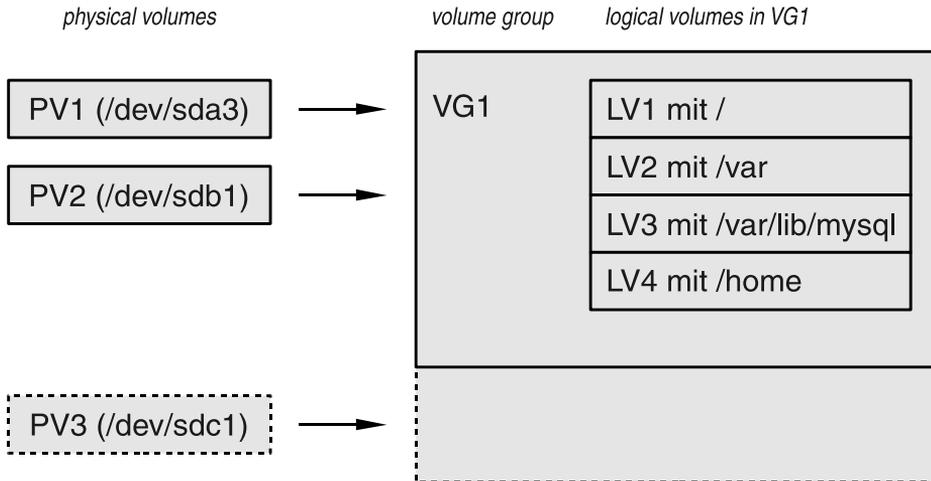
Das folgende Beispiel veranschaulicht die oben definierten Begriffe: Auf einem System dienen die beiden Partitionen `/dev/sda3` und `/dev/sdb1` als Physical Volumes für eine Volume Group eines LVM-Systems. `/dev/sda3` umfasst 400 GByte, `/dev/sdb1` umfasst 900 GByte. Der LVM-Speicherpool (also die Volume Group) ist somit 1,3 TByte groß. Darin befinden sich nun diverse Logical Volumes:

LV1 mit der Systempartition (50 GByte)

LV2 mit der Partition `/var` (200 GByte)

LV3 mit der Partition `/var/lib/mysql` (200 GByte)

LV4 mit der Partition `/home` (400 GByte)



**Abbildung 2.18:** LVM-Beispielsystem

Insgesamt sind somit 850 GByte mit Partitionen belegt, und 450 GByte sind noch frei. Damit können Sie zu einem späteren Zeitpunkt vorhandene Partitionen vergrößern oder neue Partitionen anlegen. Sollte der gesamte LVM-Pool erschöpft sein, können vorhandene LVs/Dateisysteme verkleinert werden (wenn sich herausgestellt hat, dass sie ursprünglich zu großzügig dimensioniert wurden), um so Platz zur Vergrößerung anderer LVs/Dateisysteme zu schaffen. Reicht das nicht aus, bauen Sie eine weitere Festplatte in den Rechner ein und fügen eine Partition dieser Festplatte als drittes Physical Volume zur Volume Group hinzu.

## LVM im Ubuntu-Installationsprogramm

Den schnellsten Weg zu einer funktionierenden LVM-Konfiguration bietet die Option LVM BEI DER NEUEN UBUNTU-INSTALLATION VERWENDEN im Dialog INSTALLATIONSART (siehe Abbildung 2.8). Diese Option kann nur gewählt werden, wenn Sie die gesamte Festplatte für die Ubuntu-Installation verwenden und alle eventuell schon vorhandenen anderen Betriebssysteme löschen.

Das Installationsprogramm erstellt dann eine ca. 700 MByte große Boot-Partition und richtet darin ein ext4-Dateisystem ein. Diese Partition enthält lediglich die für die erste Phase des Ubuntu-Starts erforderlichen Dateien, also GRUB, den Kernel und die Initrd-

Datei. Im verbleibenden Speicherbereich wird eine große Partition eingerichtet, die als Physical Volume für eine Volume Group mit dem Namen *ubuntu-vg* dient. Innerhalb dieser VG sieht das Installationsprogramm zwei Logical Volumes vor, die die Swap-Partition und die Systempartition aufnehmen.

Diese »LVM-Standardinstallation« funktioniert prinzipiell gut, bietet aber keinerlei Konfigurationsmöglichkeiten. Alle Versuche, mit der Option `ETWAS ANDERES` ein von einer früheren Installation bereits vorhandenes LVM-System zu modifizieren bzw. zu erweitern oder LVM manuell einzurichten, scheitern. (Wenn Sie das LVM-Setup später ändern möchten, müssen Sie sich mit Kommandos wie `lvcreate` oder `vgextend` vertraut machen. Diese Kommando werden Linux-Einsteiger aber überfordern.)

### Festplatte/SSD komplett zurücksetzen

Wenn Sie die Festplatte/SSD neu initialisieren möchten, also vollständig löschen, führen Sie in einem Terminalfenster zuerst `sudo parted /dev/sda` und dann `mklabel msdos` für eine herkömmliche MBR-Partitionstabelle bzw. `mklabel gpt` für eine GUID-Partitionstabelle aus.

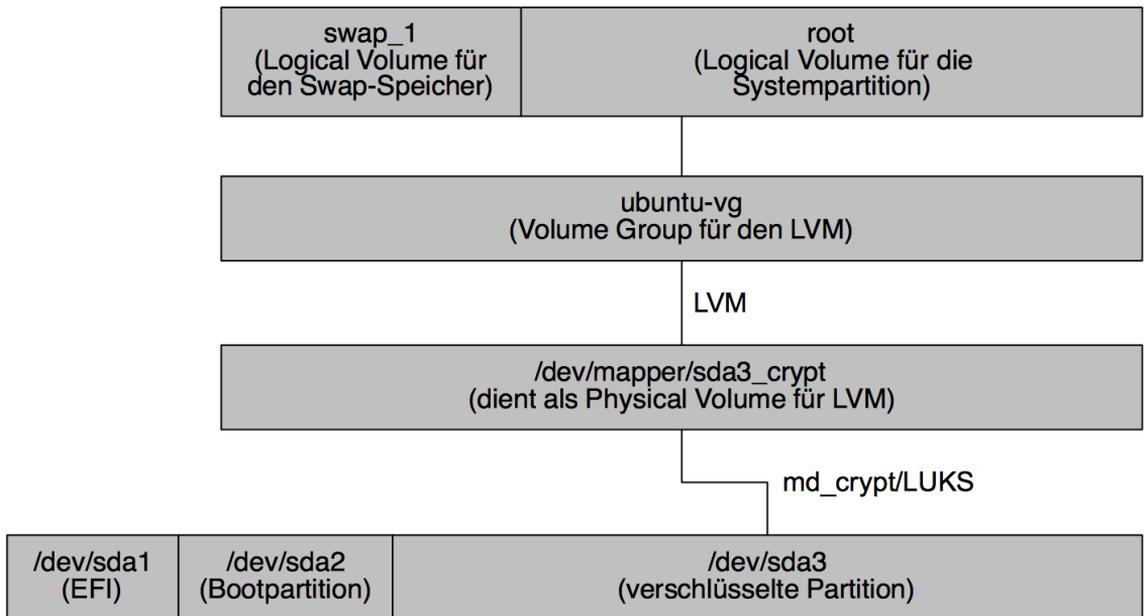
Sie verlieren mit dem `mklabel`-Kommando alle Ihre Daten – seien Sie also vorsichtig! Anschließend müssen Sie den Rechner neu starten und können dann im Ubuntu-Installationsprogramm die Partitionierung neu durchführen.

## Verschlüsselte Systeme

Auch wenn Sie sich im Dialog `INSTALLATIONSART` für die Option `DIE NEUE UBUNTU-INSTALLATION ZUR SICHERHEIT VERSCHLÜSSELN` entscheiden, erhalten Sie ein LVM-System. Dessen Konfiguration ist nahezu identisch mit der Option `LVM FÜR DIE NEUE UBUNTU-INSTALLATION BENUTZEN`. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Partition (genaugenommen das *Physical Volume*) für das LVM-System verschlüsselt wird.

Die Verschlüsselung erfolgt durch das *Linux Unified Key Setup*, kurz LUKS. Es basiert wiederum auf dem Kernelmodul `dm_crypt`, das den auch für LVM eingesetzten Linux-Device-Mapper um Kryptografiefunktionen erweitert. In der Konfiguration des Ubuntu-Installationsprogramms dient das `dm_crypt`-Modul als logische Schicht zwischen den

Rohdaten auf der Festplatte und dem Physical Volume, das als Daten-Container für das LVM-System verwendet wird (siehe auch die folgende Abbildung). Die LUKS-Konfiguration befindet sich in der Datei `/etc/crypttab`. Bei BIOS-Systemen kommt anstelle von `/dev/sda3` das Device `/dev/sda5` zum Einsatz.



**Abbildung 2.19:** Internes Setup eines verschlüsselten LVM-Systems (Rechner mit EFI)

## Das richtige Passwort

Jedes Mal, wenn Sie Ihren Rechner neu starten, müssen Sie nun das Verschlüsselungspasswort angeben. Erfreulicherweise gilt dabei das gleiche Tastaturlayout wie bei der Installation. Dennoch sind Sie auf der sicheren Seite, wenn Sie bei der Wahl Ihres Passworts auf Sonderzeichen und die Zeichen Y und Z verzichten, so dass die Eingabe auch bei einem US-Tastaturlayout funktioniert. Verwenden Sie lieber eine längere *Pass Phrase*, die Sie sich leicht merken können (z. B. `ubuntuIstCool`).



**Abbildung 2.20:** Eingabe des Verschlüsselungspassworts am Beginn des Bootprozesses

## 2.7 Installation in einer virtuellen Maschine (VirtualBox)

Anstatt Ubuntu in die Festplattenpartition Ihres Notebooks zu installieren, können Sie Ubuntu zum Ausprobieren auch in eine virtuelle Maschine installieren. Ubuntu läuft darin fast so gut wie eine echte Installation, nur etwas langsamer. Die größten Geschwindigkeitseinbußen betreffen das Grafiksystem.

Als Virtualisierungssystem bietet sich [VirtualBox](#) an. Dieses kostenlose Programm steht für Windows, macOS und Linux zur Verfügung und unterstützt die Ausführung virtueller Linux-Maschinen ausgezeichnet. Die eigentliche Ubuntu-Installation erfolgt wie bei einer gewöhnlichen Installation. Die Größe der virtuellen Festplatte sollte zumindest 25 GByte betragen, die Größe des Arbeitsspeichers zumindest 1536 MByte (also 1,5 GByte).

Nach der Installation läuft Ubuntu unter Umständen nur in einer Auflösung von 1024×768 Punkten. Abhilfe: Starten Sie in den AKTIVITÄTEN das Programm *Terminal* und führen Sie darin die folgenden Kommandos aus:

```
sudo apt update
sudo apt dist-upgrade
sudo apt install virtualbox-guest-x11 virtualbox-guest-dkms
```

Anschließend starten Sie Ubuntu in der virtuellen Maschine neu. Die Grafikauflösung von Ubuntu wird nun automatisch an die VirtualBox-Fenstergröße angepasst.

### Login-Flickern

Wenn Sie VirtualBox unter macOS ausführen, flickert der Bildschirm während des Logins. Das Flickern hat damit zu tun, dass der Login-Bildschirm mit dem neuen

Grafiksystem Wayland dargestellt wird. Dieses ist aber noch nicht vollständig kompatibel zu VirtualBox. Sobald Sie sich angemeldet haben, hört das Flickern auf, weil der eigentliche Desktop das Grafiksystem Xorg verwendet.

# 3 Der Ubuntu-Desktop

Die Benutzeroberfläche von Ubuntu basierte in der Vergangenheit auf der Eigenentwicklung *Unity*. 2017 gab Canonical diesen Sonderweg auf und kehrte zum Gnome-Desktop zurück, den fast alle anderen Linux-Distributionen verwenden. Natürlich gibt es einige Ubuntu-spezifische Anpassungen, von denen das am linken Bildschirmrand angezeigte Dock die wichtigste ist.

In diesem Kapitel stelle ich Ihnen den Gnome-Desktop mit den unter Ubuntu geltenden Modifikationen näher vor und zeige Ihnen, wie Sie Ubuntu effizient bedienen. In den weiteren Abschnitten lernen Sie wichtige Programme des Ubuntu-Desktops kennen, unter anderem den Dateimanager Nautilus, die Aktualisierungsverwaltung zur Durchführung von Updates sowie das Programm *Software* zur Installation zusätzlicher Programme. Wie Sie den Desktop nach Ihren eigenen Vorstellungen gestalten können, verrate ich Ihnen dann im nächsten Kapitel [Konfiguration](#).

## 3.1 Gnome

Der Name *Gnome* beschreibt den in der Linux-Welt am meisten verbreiteten Desktop. Anders als unter Windows oder macOS gibt es unter Linux nicht *einen* Desktop. Vielmehr gibt es mit KDE, LXDE oder Budgie diverse Alternativen zu Gnome. In diesem Buch konzentriere ich mich aber auf Gnome.

<https://www.gnome.org>



Abbildung 3.1: Der Ubuntu-Desktop

Unter Ubuntu besteht der Gnome-Desktop aus den folgenden Elementen:

- **Panel:** Das Panel am oberen Bildschirmrand zeigt ganz links den Button AKTIVITÄTEN an. Dieser ermöglicht den Start von Programmen, die sich nicht im Dock befinden. Rechts davon wird der Name des gerade laufenden Programms angezeigt. Ein Klick auf den Namen führt in ein zumeist kleines Menü.

In der Mitte des Panels wird die Uhrzeit angezeigt. Ein Klick auf die Uhrzeit öffnet einen Dialog, der den Kalender sowie aktuelle Systemmitteilungen zeigt.

Rechts im Panel werden einige Status-Icons angezeigt. Ein Klick auf den Ein/Aus-Button führt in das **Systemmenü**. Dort können Sie sich ausloggen, den Rechner herunterfahren, die Systemeinstellungen starten, Helligkeit und Lautstärke regeln, sich mit einem WLAN verbinden sowie einige weitere Einstellungen vornehmen.

- **Dock:** Am linken Bildschirmrand befindet sich eine Art Task-Bar, die Icons zum Start bzw. zur Aktivierung von Programmen enthält.

Ganz unten im Dock befindet sich ein Icon mit neun Kreisen. Ein Klick auf dieses Icon führt in eine Übersicht, die alle installierten Programme anzeigt.

- **Arbeitsfläche (Desktop):** Der verbleibende Platz am Bildschirm dient nur zur Anzeige der Fenster und des Hintergrundbilds. Dort können Dateien abgelegt werden, die als **Icons** erscheinen. Standardmäßig gibt es hier nur ein Icon mit dem Papierkorb. Beim Anstecken von externen Datenträgern (z. B. USB-Sticks) erscheint ebenfalls ein Icon am Desktop.

In den folgenden Abschnitten stelle ich Ihnen die einzelnen Desktop-Elemente genauer vor.

## Aktivitäten

Ein Mausklick auf den Button AKTIVITÄTEN oder das Drücken der `Windows`-Taste oder der Tasten `Alt` + `F1` öffnet die Aktivitäten-Ansicht. Standardmäßig zeigt diese Ansicht links das Dock und rechts eine Vorschau der aktiven Arbeitsflächen. Dazwischen werden in einer Art Exposé-Ansicht alle Fenster der aktuellen Arbeitsfläche angezeigt. Nun können Sie aktive Fenster wechseln, Fenster in eine andere Arbeitsfläche verschieben etc.

## Arbeitsflächen

Arbeitsflächen sind gewissermaßen virtuelle Desktop-Oberflächen. Sie können Arbeitsflächen dazu verwenden, um zusammengehörige Fenster zu gruppieren, z. B. auf eine Arbeitsfläche Webbrowser und Mail-Programm, auf eine zweite Arbeitsfläche Terminals und Entwicklungswerkzeuge.

Für ständig benötigte Fenster besteht die Möglichkeit, diese so zu kennzeichnen, dass sie nicht auf einer, sondern auf allen Arbeitsflächen sichtbar sind. Dazu öffnen Sie mit der rechten Maustaste oder mit `Alt` + `Leertaste` das Fenstermenü und aktivieren die Option IMMER AUF DER SICHTBAREN ARBEITSFLÄCHE.

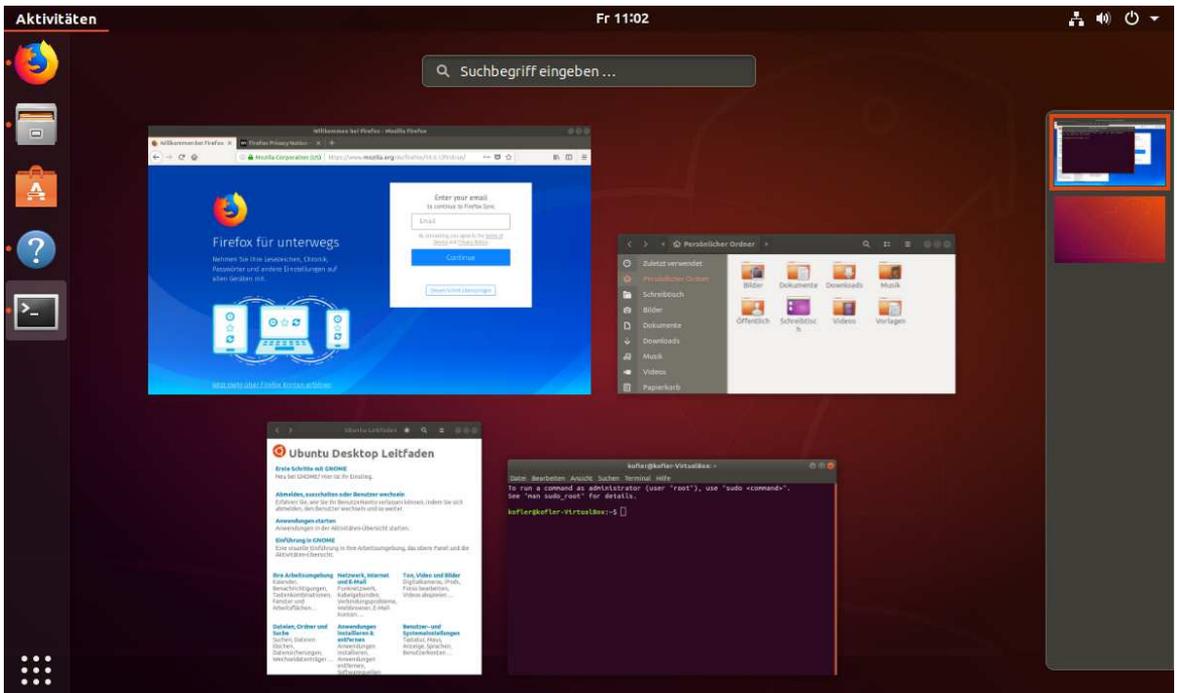


Abbildung 3.2: Die Aktivitäten-Ansicht

In der Aktivitäten-Ansicht ist ein Suchfeld aktiv. Sobald Sie per Tastatur einen Suchbegriff eingeben, ersetzt Gnome die Exposé-Ansicht aller Fenster durch die Suchergebnisse, wobei Programme, Systemeinstellungsmodulare, Verzeichnisse, Kontakte sowie die zuletzt verwendeten Dateien berücksichtigt werden. Das gewünschte Objekt können Sie wahlweise mit der Maus oder mit den Cursortasten auswählen.

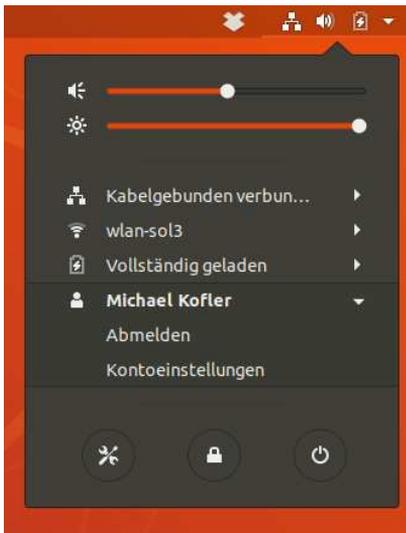
Die Suchfunktion ist eine ungemein praktische Sache. Wenn Sie beispielsweise rasch GIMP öffnen möchten, geben Sie einfach `Windows gi` ein. Sobald Sie sich daran gewöhnt haben und die Anfangsbuchstaben der wichtigsten Programme auswendig kennen, gelingt so der Programmstart äußerst schnell und effizient.

Beachten Sie, dass `Windows name` bereits laufende Programme aktiviert und nicht eine neue Instanz startet. Das ist meistens zweckmäßig, aber nicht immer: Wenn Sie beispielsweise nicht ein bereits laufendes Terminalfenster aktivieren möchten, sondern ein neues Terminal öffnen möchten, müssen Sie `Strg +` drücken bzw. das Terminal-Icon im Dock zusammen mit `Strg` anklicken.

## Das Systemmenü

Ganz rechts im Panel können Sie das Systemmenü öffnen. Sofern auf Ihrem Rechner mehrere Benutzer angelegt sind (siehe auch den Abschnitt [Benutzerverwaltung](#)), können Sie über das Menü in einen anderen Account wechseln, ohne sich selbst abzumelden.

Gut versteckt ist das Logoff-Kommando. Um sich abzumelden ohne den Rechner neuzustarten, müssen Sie im Systemmenü zuerst auf Ihren Namen klicken. Damit erscheint ein Untermenü mit den Einträgen ABMELDEN und KONTOEINSTELLUNGEN.



**Abbildung 3.3:** Das Systemmenü

Ebenfalls nicht leicht zu finden ist die Aktivierung des Ruhemodus: Erst wenn Sie **[Alt]** drücken, verwandelt sich der Ein/Aus-Button im Systemmenü in einen Pause-Button. Ein Klick auf diesen Button aktiviert den Ruhemodus.

Es gibt noch einen zweiten Weg, den Ruhezustand zu aktivieren: Dazu klicken Sie ca. zwei Sekunden lang auf den Ein/Aus-Button. Dieser verwandelt sich dann in den Pause-Button. Ein weiterer Klick auf den Button aktiviert dann ebenfalls den Ruhemodus.

## Das Dock

Die am linken Bildschirmrand befindliche Seitenleiste hat zwei Funktionen: Sie ermöglicht einerseits einen raschen Start häufig benötigter Programme und hilft andererseits beim Wechsel zwischen den laufenden Programmen.

### Interna

Gnome nennt das Dock »Dash« und sieht eigentlich vor, dass es nur dann eingeblendet wird, wenn Sie auf den Button AKTIVITÄTEN klicken. Ubuntu weicht von diesem wenig benutzerfreundlichen Verhalten ab und hat zu diesem Zweck eine eigene Version der Gnome-Shell-Erweiterung *Dash-to-Dock* vorinstalliert. Tipps zu deren Konfiguration folgen im nächsten Kapitel.

Anfänglich enthält das Dock eine von den Ubuntu-Entwicklern vordefinierte Liste von Icons. Wenn Sie die Auswahl oder Reihung der Icons verändern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

- **Icon hinzufügen:** Um ein Icon hinzuzufügen, starten Sie zuerst das gewünschte Programm. Das Icon erscheint nun im Dock, solange das Programm läuft. Damit das Icon im Dock bleibt, auch wenn das Programm nicht mehr läuft, klicken Sie es mit der rechten Maustaste an und wählen das Menükommando ZU FAVORITEN HINZUFÜGEN aus.
- **Icon entfernen:** Um ein selten benötigtes Icon zu entfernen, klicken Sie es mit der rechten Maustaste an und führen das Kommando AUS FAVORITEN ENTFERNEN aus. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Icon zuerst nach rechts aus dem Dock hinauszuziehen und es dann in den Mülleimer am unteren Ende des Docks zu bewegen. Zu Ihren ersten Arbeiten »nach der Installation von Ubuntu zählt in der Regel das Löschen aller überflüssigen Icons aus dem Dock. Das Dock kann seine Funktion nur dann sinnvoll erfüllen, wenn es aufgeräumt und übersichtlich ist. In den Systemeinstellungen (Modul DOCK) können Sie zudem die Breite des Docks reduzieren (Einstellung GRÖSSE DER STARTERSYMBOLS) und so Platz für mehr Icons schaffen.
- **Icon verschieben:** Um die Icon-Reihenfolge zu ändern, ziehen Sie das Icon einfach an die gewünschte neue Position.

Am unteren Rand des Docks befindet sich ein Spezial-Icon, das neun Punkte anzeigt. Ein Klick auf dieses Icon führt in eine Übersicht über alle installierten Programme.

Bei laufenden Programmen geben orange Punkte links neben dem Icon an, wie viele Fenster offen sind. Beachten Sie aber, dass ein Programm auch laufen kann, obwohl kein Fenster geöffnet ist – etwa beim Audio-Player Rhythmbox. In diesem Fall ist im Dock nicht erkennbar, ob das Programm gerade ausgeführt wird oder nicht.

## Tastaturbedienung

Nahezu alle Funktionen des Desktops können auch über die Tastatur gesteuert werden. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Tastenkürzel zusammen. Weitere Tastenkürzel finden Sie im Modul GERÄTE • TASTATUR der Systemeinstellungen.

Tastenkürzel	Bedeutung
	öffnet die Aktivitätenansicht.
 +  ,  , ...	aktiviert das erste, zweite ... Icon im Dock. Wenn Sie zusätzlich  drücken, wird eine neue Instanz eines bereits laufenden Programms gestartet.
 +  + 	minimiert alle Fenster bzw. öffnet sie wieder.
 + 	wechselt zwischen aktiven Programmen.
 + 	wechselt zwischen allen Fenstern.
 + 	wechselt zwischen den Fenstern des aktiven Programms.
 + 	wie  + 
 + 	öffnet einen Dialog zum raschen Start eines Programms, dessen Namen Sie per Tastatur eingeben.
 + 	ermöglicht es, das aktuelle Fenster mit den Cursortasten nach links, rechts, oben oder unten zu verschieben.

<code>[Alt] + [F8]</code>	ermöglicht es, die Größe des aktuellen Fensters mit den Cursortasten zu verändern.
<code>[Alt] + [F10]</code>	maximiert das Fenster bzw. stellt seine bisherige Größe wieder her.
<code>[Strg] + [Alt] + Cursor</code>	wechselt in eine andere Arbeitsfläche.
<code>[⇧] + [Strg] + [Alt] + Cursor</code>	verschiebt das aktuelle Fenster in eine andere Arbeitsfläche.
<code>[Strg] + [Alt] + [T]</code>	öffnet ein Terminal-Fenster.

**Tabelle 3.1:** Gnome-Tastenkürzel

Gewöhnungsbedürftig sind die Tastenkürzel zum Programm- und Fensterwechsel:

`[Alt] + [↔]` wechselt nicht wie unter Windows zwischen Fenstern, sondern zwischen Programmen. Dieses Konzept verfolgt macOS schon lange, aber auch Apple hat mich nicht davon überzeugen können, dass dies eine gute Idee ist.

Besteht ein Programm aus mehreren Fenstern bzw. laufen mehrere Instanzen gleichzeitig (z. B. Terminal-Fenster), dann müssen Sie nun recht umständlich mit den Cursortasten das gewünschte Fenster auswählen. Dafür gibt es zwei neue Tastenkürzel:

`[Alt] + [Esc]` wechselt zwischen allen Fenstern und `[Alt] + [^]` zwischen den Fenstern des gerade aktiven Programms. Und so haben wir nun *drei* Tastenkürzel, um das zu tun, was bisher mit einem Tastenkürzel wunderbar funktionierte.

## Maustricks

- Mit der mittleren Maustaste (falls verfügbar) können Sie zuvor markierten Text an der aktuellen Position einfügen. Das ermöglicht ein schnelles Kopieren von Texten ohne `[Strg] + [C]` und `[Strg] + [V]`.
- Mit `[Alt]` und der linken Maustaste können Sie Fenster verschieben, wobei Sie das Fenster an jeder beliebigen Position anklicken können, also nicht nur am Fenster-rahmen.

- Mit `Alt` und der mittleren Maustaste (falls verfügbar) können Sie die Fenstergröße ändern.

## Fenster

Wie unter Windows können Sie ein Fenster in der linken oder rechten Bildschirmhälfte platzieren, indem Sie es an den linken oder rechten Fensterrand verschieben. Ist der Bildschirm auf diese Weise in zwei Hälften gesplittet, können Sie sogar die Aufteilung anpassen: Wenn Sie das eine Fenster verkleinern, wird das andere Fenster entsprechend vergrößert (und umgekehrt).

## 3.2 Dateien und Verzeichnisse (Nautilus)

Den Dateimanager Nautilus starten Sie am einfachsten durch einen Mausklick auf das entsprechende Icon im Dock (DATEIEN). Das Programm zeigt anfänglich den Inhalt des persönlichen Ordners an. Dieser Ordner enthält Ihre Dateien und Verzeichnisse und entspricht den *Eigenen Dateien* unter Windows. In vielen Unix/Linux-Büchern wird dieses Verzeichnis auch als Heimatverzeichnis bezeichnet und mit dem Zeichen `~` abgekürzt.

Innerhalb des Linux-Dateisystems befindet sich das Heimatverzeichnis am Ort `/home/1og1nname`. Beachten Sie, dass das Trennzeichen zwischen Verzeichnissen unter Linux `/` lautet, nicht `\` wie unter Windows!

Der Dateimanager zeigt den Inhalt des ausgewählten Verzeichnisses standardmäßig in der Symbolansicht an. Jede Datei wird durch ein Icon dargestellt, das bei einigen Dateitypen und insbesondere natürlich bei Bildern eine Vorschau auf den Inhalt gibt. Die Vorschau funktioniert standardmäßig nur bei lokalen Dateien (nicht in Netzwerkverzeichnissen). Das können Sie im Panel-Menü mit EINSTELLUNGEN • SUCHEN UND VORSCHAU verändern.

Wünschen Sie Detailinformationen zu den einzelnen Dateien, so wechseln Sie mit `Strg` + `2` in die Listenansicht. `Strg` + `1` führt zurück in die Symbolansicht.

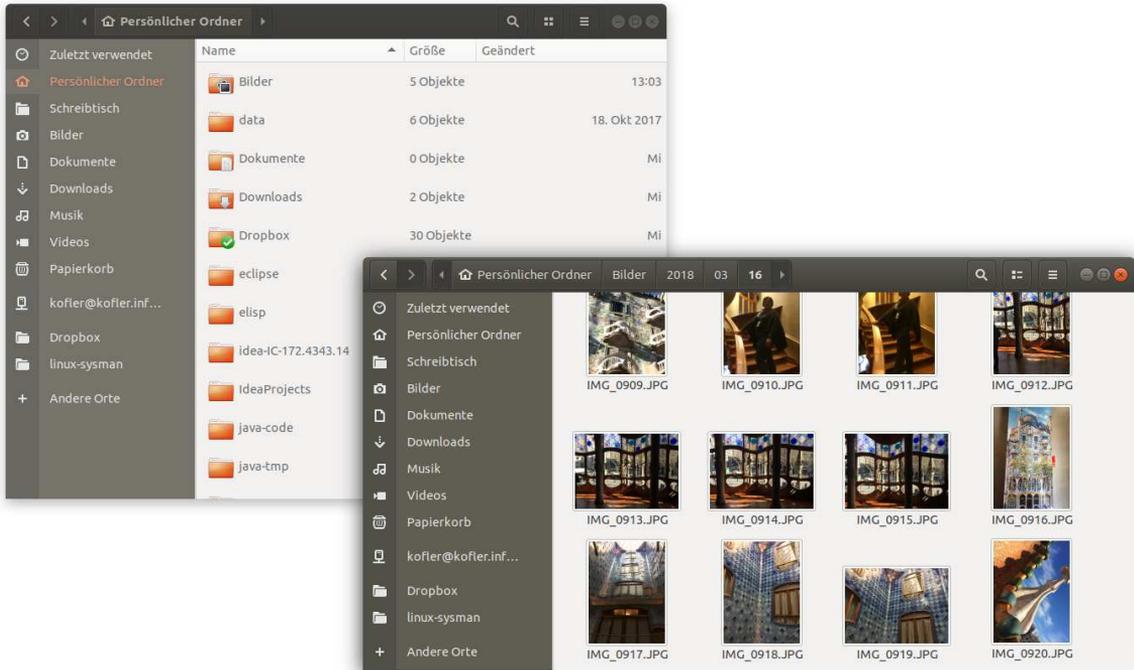


Abbildung 3.4: Der Dateimanager Nautilus

## Besonderheiten des Dateimanagers

Der Dateimanager verhält sich in manchen Details anders, als Sie dies vom Windows Explorer oder von anderen Dateimanagern gewohnt sind.

- **Seitenleiste:** Der linke Fensterrand enthält normalerweise eine Seitenleiste, die einen raschen Wechsel zu wichtigen Verzeichnissen und Lesezeichen ermöglicht. F9 schaltet die Seitenleiste aus bzw. wieder ein.
- **Buttons zum Verzeichniswechsel:** Unterhalb der Titelleiste des Nautilusfensters befinden sich einige Buttons, mit denen Sie rasch in übergeordnete Verzeichnisse wechseln können. Aus den Buttons geht auch der aktuelle Verzeichnispfad hervor. Wenn Sie den Verzeichnispfad lieber per Tastatur eingeben, drücken Sie Strg + L.

- **Reiter:** Mit `Strg` + `T` öffnen Sie ein neues Dialogblatt (*tab*). Damit können Sie mehrere viele Verzeichnisse parallel bearbeiten und unkompliziert Dateien zwischen Verzeichnissen verschieben.

## Dateien öffnen

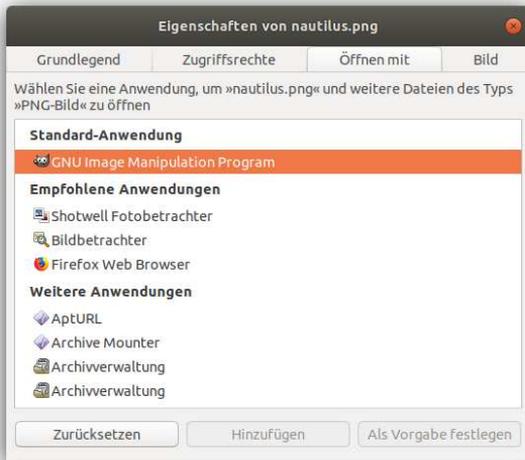
Bei den meisten Dateitypen wird die Datei durch einen Doppelklick geöffnet. Der Dateimanager startet automatisch das geeignete Programm. Wenn der Dateityp dem Dateimanager nicht bekannt ist, klicken Sie die Datei mit der rechten Maustaste an und führen MIT ANDERER ANWENDUNG ÖFFNEN aus. Damit gelangen Sie in einen Dialog, der die meisten auf dem Rechner installierten Programme zur Auswahl anbietet.

Bei manchen Dateien sind mehrere Programme zur Bearbeitung geeignet. Beispielsweise können Sie Bilddateien wahlweise mit dem Webbrowser Firefox, mit dem Bildverwaltungsprogramm Shotwell oder mit dem Bildbearbeitungsprogramm Gimp öffnen. Eines dieser Programme gilt als Standardprogramm und wird per Doppelklick gestartet. Wenn Sie das Standardprogramm ändern möchten, klicken Sie die Datei mit der rechten Maustaste an, führen EIGENSCHAFTEN • ÖFFNEN MIT aus, wählen das gewünschte Programm aus und klicken auf ALS VORGABE FESTLEGEN. Damit gilt die nun für alle Dateien mit derselben Endung, also beispielsweise für alle \*.jpg-Dateien.

## Dateien verschieben und kopieren, Drag&Drop-Operationen

Zuvor markierte Dateien kopieren Sie mit `Strg` + `C` bzw. schneiden Sie mit `Strg` + `X` aus. Anschließend fügen Sie die betreffenden Dateien mit `Strg` + `V` am neuen Ort wieder ein. Ausgeschnittene Dateien werden erst jetzt am Ursprungsort gelöscht.

Noch einfacher ist es, Dateien per Drag&Drop von einem Dateimanagerfenster in ein zweites verschieben. Dabei werden die Dateien normalerweise verschoben, nicht kopiert. Eine Ausnahme von dieser Regel sind Drag&Drop-Operationen zwischen unterschiedlichen Datenträgern, also beispielsweise von einem Netzwerkverzeichnis in das lokale Dateisystem. Im Mauszeiger wird in solchen Fällen ein Plus-Symbol eingeblendet, sodass die Wirkung der Operation klar sein sollte.



**Abbildung 3.5:** Defaultprogramm für einen Dateityp ändern

Wenn Sie eine Datei gezielt kopieren statt verschieben möchten, drücken Sie während der Drag&Drop-Operation die `[Strg]`-Taste. Wenn Sie den Verschiebemodus selbst angeben möchten, drücken Sie die `[Alt]`-Taste. Nach dem Loslassen der Maus haben Sie die Möglichkeit, die Datei zu kopieren, zu verschieben oder eine Verknüpfung (einen Link) einzurichten.

Wenn Sie Drag&Drop-Operationen mit der mittleren Maustaste durchführen, fragt Nautilus, ob Sie die Dateien kopieren oder verschieben oder ob Sie einen Link (Querverweis) auf die Dateien einrichten möchten. Das erfordert aber natürlich eine Maus oder ein Touchpad mit drei Tasten.

## Dateien löschen (Müll)

Wenn Sie Dateien und Verzeichnisse im Dateimanager löschen, landen diese vorerst im Papierkorb. Den Inhalt des Papierkorbs können Sie am einfachsten über das Müll-Icon auf dem Desktop ansehen. Der Button LEEREN entleert den gesamten Papierkorb unwiderruflich.

## Tipp

Wenn Sie Dateien im Dateimanager sofort endgültig löschen möchten, verwenden Sie das Tastenkürzel **⇧ + [Entf]**.

Intern verwaltet der Dateimanager für das persönliche Verzeichnis bzw. für jede externe Festplatte oder Partition ein eigenes Müllverzeichnis (`.local/share/Trash` bzw. `.Trashes`). Wenn Sie in der Mülleimer-Ansicht des Dateimanagers **LEEREN** ausführen, werden damit die Müllverzeichnisse aller gerade aktiven Datenträger gelöscht. Um nur den Papierkorb eines bestimmten Datenträgers (z. B. eines USB-Sticks) zu löschen, drücken Sie in der Mülleimer-Ansicht des Dateimanagers **[Strg] + [1]**. In der Detailansicht zeigt Nautilus nun den Ursprungsort jeder Datei an. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, die Dateien nach dem Ursprungsort zu ordnen und selektiv alle Dateien zu löschen, die sich auf einem bestimmten Datenträger befinden (Ursprungsort `/media/accountname/datenträgername`).



**Abbildung 3.6:** Detaillierte Mülleimer-Ansicht

## Dateien suchen

Mit dem *Suchen*-Button können Sie einen Suchbegriff eingeben. Nautilus liefert dann eine Liste aller Dateien, die den Suchbegriff im Dateinamen enthalten. Über das Ausklappenmenü können Sie die Suchergebnisse auf einen bestimmten Dokumenttyp oder einen Zeitraum einschränken.

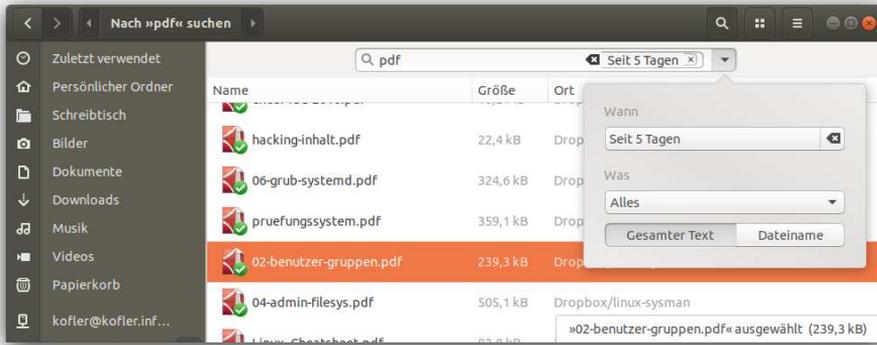


Abbildung 3.7: Dateien suchen

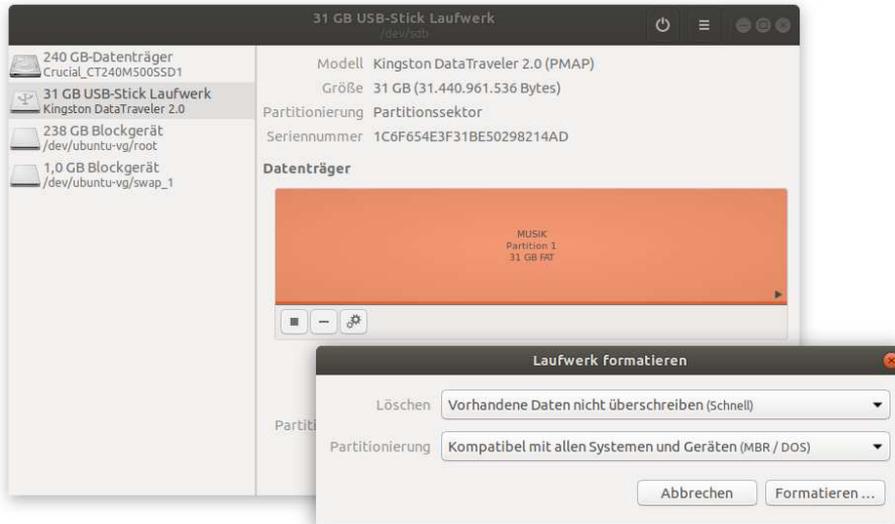
Unter Linux gelten alle Dateien und Verzeichnisse, deren Namen mit einem Punkt beginnen, als verborgen. Das bedeutet, dass sie im Dateimanager bzw. in Dateiauswahldialogen normalerweise nicht angezeigt werden. Verborgene Dateien enthalten oft Konfigurationseinstellungen oder andere Daten, die nicht direkt verändert werden sollen. Damit solche Dateien und Verzeichnisse im Dateimanager sichtbar werden, drücken Sie **Strg** + **H**. Eine direkte Bearbeitung versteckter Dateien und Verzeichnisse ist selten zweckmäßig, aber es gibt Ausnahmen – z. B. wenn Sie ein Backups durchführen möchten.

## Externe Datenträger

Beim Einlegen einer CD oder DVD bzw. beim Anstecken eines USB-Laufwerks erscheint automatisch ein neues Nautilus-Fenster mit dem Inhalt des Datenträgers. Die zugrunde liegenden Einstellungen finden Sie in den Systemeinstellungen im Dialogblatt GERÄTE • WECHSELMEDIEN. Denken Sie daran, dass Sie externe Festplatten oder USB-Sticks explizit abmelden müssen, bevor Sie das Kabel zum Computer lösen! Dazu klicken Sie auf den Auswerfen-Button in der Seitenleiste von Nautilus.

Um eine externe Festplatte oder einen USB-Stick neu zu formatieren, starten Sie mit **Windows** *laufwerke* das gleichnamige Programm zur Verwaltung von Festplatten, SSDs und USB-Sticks. Dieses Programm listet alle internen und externen Festplatten sowie alle darauf befindlichen Partitionen auf. Sie können nun einen Datenträger auswählen, diesen aushängen (also seine aktive Nutzung beenden) und dann neu formatieren.

Passen Sie aber auf, dass Sie nicht irrtümlich ein Laufwerk bzw. eine Partition mit wichtigen Daten formatieren – der Vorgang ist unwiderruflich!



**Abbildung 3.8:** Laufwerksverwaltung

Der Dateimanager Nautilus stellt für Datenträger ebenfalls das Kontextmenükommando **FORMATIEREN** zur Verfügung. Bei meinen Tests führte dieses Kommando aber zu Fehlern. Verwenden Sie daher das vorhin beschriebene Programm *Laufwerke*!

### Formatieren im Terminal

Eine Anleitung, wie Sie USB-Datenträger im Terminal formatieren, finden Sie im Blog zu diesem Buch:

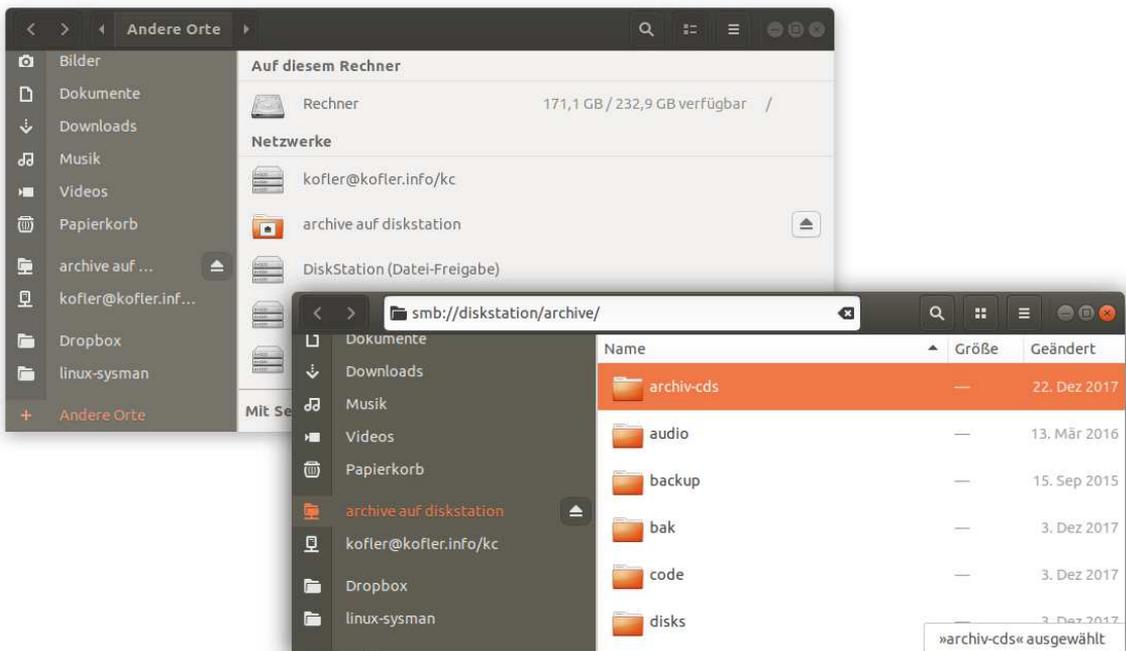
<https://ubuntu-buch.info/sd-karte-formatieren>

### Windows-Netzwerkverzeichnisse nutzen

Der Eintrag **ANDERE ORTE** in der Seitenleiste führt nach einigen Sekunden zur Anzeige von Icons für alle erkannten Netzwerk-Ressourcen (siehe Abbildung 3.9). Nautilus erkennt dabei diverse Protokolle, unter anderem SMB (Windows, NAS), AFP (macOS), NFS (Linux) und SSH (Linux/macOS). Deswegen kann es vorkommen, dass manche Server mehrfach

im Ergebnis aufscheinen. Welches Protokoll unterstützt wird, geht nur aus der Listenansicht hervor.

Die größten Probleme bereitet leider die wichtigste Variante – die Windows-Netzwerkverzeichnisse. Unter Umständen führt ein Doppelklick auf das Icon WINDOWS-NETZWERK zu einer Ansicht mit allen erkannten Windows-Netzwerken – bei meinen Tests hat das aber mehrfach nicht funktioniert. Abhilfe: Geben Sie mit `[Strg]+[L]` die Netzwerkadresse in der Form `smb://benutzername@hostname/verzeichnis` ein!



**Abbildung 3.9:** Zugriff auf ein Windows-Netzwerkverzeichnis

Normalerweise sind Netzwerkverzeichnisse durch Passwörter abgesichert. Um auf das Verzeichnis zugreifen zu können, müssen den Windows-Kontonamen und das dazugehörige Passwort angegeben werden (siehe [Abbildung 3.10](#)).

Damit Sie auf ein bestimmtes Verzeichnis später rasch wieder zugreifen können, drücken Sie `[Strg]+[D]`, um ein neues Lesezeichen zu erstellen. Alle Lesezeichen werden in der Seitenleiste angezeigt.



Abbildung 3.10: Passwordeingabe für ein Netzwerkverzeichnis

## Nautilus-Tastenkombinationen

Im Lauf der vergangenen Jahre hat Nautilus nach und nach immer mehr Menükommandos verloren. Während Sie früher die Wahl zwischen Menükommandos und Tastenkürzeln gehabt haben, sind jetzt viele Funktionen *nur* noch über Tastenkürzel zugänglich. Eine Referenz aller Tastenkürzel liefert das Menükommando TASTENKOMBINATIONEN im Panel-Menü.

## Auf andere Netzwerkverzeichnisse zugreifen

Nautilus ist auch als FTP-Client geeignet. Dazu geben Sie mit `Strg` + `L` den Pfad zum FTP-Verzeichnis an (z. B. `ftp://benutzername@server.com/verzeichnis`). Beim Verbindungsaufbau erscheint ein Dialog zur Angabe des Passworts.

Wenn Sie anstelle von `ftp` die Protokollnamen `afp`, `dav`, `davs` oder `sftp` verwenden, können Sie analog auf einen AFP-Server (Apple), auf einen WebDAV-Server mit oder ohne Verschlüsselung oder auf einen SFTP-Server (SSH-Protokoll) zugreifen.

## Windows-Netzwerkverzeichnisse freigeben

Grundsätzlich können Sie in Ubuntu auch selbst Verzeichnisse freigeben. Dazu klicken Sie ein lokales Verzeichnis in Nautilus mit der rechten Maustaste an und führen EIGENSCHAFTEN • FREIGABE IM LOKALEN NETZWERK aus, um den Freigabedialog zu öffnen (siehe Abbildung 3.11).

Wenn Sie das erste Mal ein Verzeichnis freigeben, muss zuvor ein Freigabedienst eingerichtet werden. Sie müssen dazu die Installation des Pakets `samba` bestätigen und Ihr Passwort angeben.



**Abbildung 3.11:** Verzeichnis im Netzwerk freigeben

Das Einrichten der Freigabe gelingt rasch. Andere Rechner können das Netzwerkverzeichnis auch sehen, aber leider nicht darauf zugreifen. Der Grund: Der Dateimanager Nautilus kümmert sich nur um die eigentliche Freigabe, nicht aber um das ebenfalls erforderliche Passwort. Sie müssen das Passwort, mit dem all ihre Freigaben abgesichert sind, selbst festlegen. Dazu öffnen Sie ein Terminalfenster und führen die folgenden Kommandos aus:

```
sudo smbpasswd -a <ihrloginname>
[sudo] Passwort für <ihrloginname>: xxx
New SMB password:          yyy
Retype new SMB password:  yyy
```

Dabei ist xxx ihr gewöhnliches Ubuntu-Login-Passwort, das Sie bei jedem sudo-Kommando angeben müssen. yyy ist hingegen das Passwort, mit dem Sie Ihre Netzwerkfreigaben absichern. Es ist zulässig, dass xxx und yyy übereinstimmen; sicherer ist es aber, zwei verschiedene Passwörter zu verwenden.

## Festplattennutzung analysieren

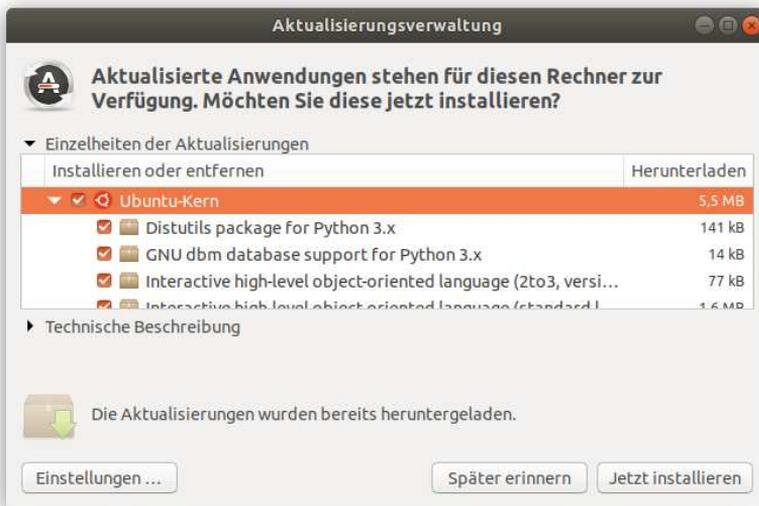
Wenn Sie wissen möchten, in welchen Ihrer Verzeichnisse sich die größten Datenmengen befinden, starten Sie mit `Windows` festplatten das Programm FESTPLATTENBELEGUNG ANALYSIEREN. Das Programm zeigt an, welche Verzeichnisse und Unterverzeichnisse wie viele Daten enthalten (siehe Abbildung 3.12).



**Abbildung 3.12:** Platzbedarf einzelner Verzeichnisse grafisch darstellen

### 3.3 Updates durchführen (Software-Aktualisierung)

Ubuntu verfügt über ein ausgeklügeltes Update-System. Sicherheits-Updates werden normalerweise automatisch und ohne Rückfrage installiert. Für andere Updates, die nicht sicherheitsrelevante Fehler beheben, wird ca. einmal wöchentlich ein Update-Programm gestartet. Im Dock taucht dann ein zusätzliches Programm mit dem Titel SOFTWARE-AKTUALISIERUNG auf.



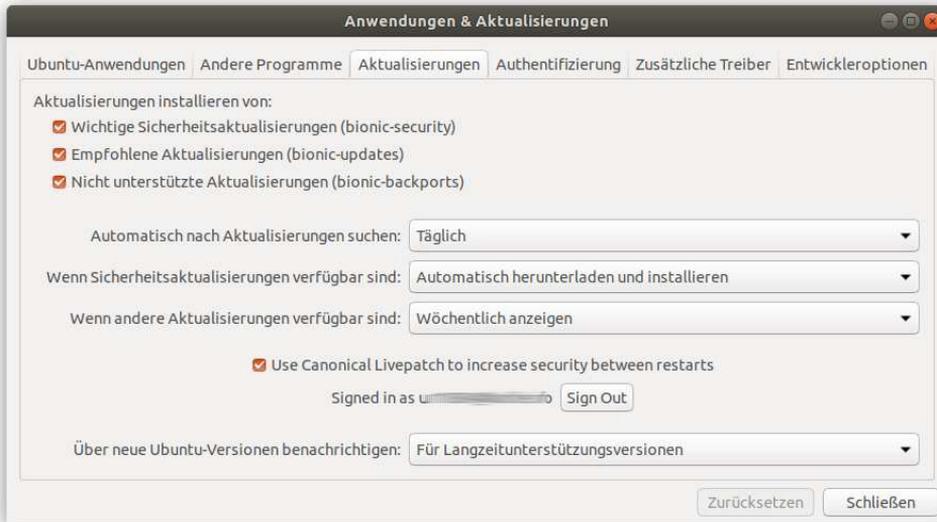
**Abbildung 3.13:** Updates mit der Aktualisierungsverwaltung installieren

Wenn Sie das Icon im Dock anklicken, zeigt das Programm alle verfügbaren Updates an. JETZT INSTALLIEREN startet den Update-Prozess. Dabei müssen Sie aus Sicherheitsgründen Ihr Passwort angeben. Je nach Umfang kann das Update einige Zeit beanspruchen; währenddessen können Sie aber mit anderen Programmen weiterarbeiten. Nach der Aktualisierung des Kernels sowie eines Hardware- oder Grafik-Treibers erscheint ein Hinweis, dass der Rechner neu gestartet werden soll.

Wenn Sie momentan keine Lust oder Zeit haben, um die Updates einzuspielen, können Sie das Fenster einfach schließen. Ubuntu versucht in diesem Fall, sicherheitskritische Updates bei nächster Gelegenheit automatisch zu installieren. Sie können Updates jeder-

zeit auch manuell installieren: Dazu starten Sie das Update-Programm mit `Windows` *aktual*.

Wenn Sie die Einstellungen für das Update-System verändern möchten, starten Sie im Aktivitätenmodus das Programm *Anwendungen & Aktualisierungen*. Die für die Updates relevanten Einstellungen finden Sie im Dialogblatt **AKTUALISIERUNGEN**.



**Abbildung 3.14:** Konfiguration des Update-Systems und der Kernel-Live-Patches

Alternativ können Sie auch ein Terminalfenster öffnen und dort die beiden folgenden Kommandos ausführen. Persönlich ist mir das die liebste Form des Updates, weil ich genau verfolgen kann, was gerade vor sich geht.

```
sudo apt update
sudo apt dist-upgrade
```

## Kernel-Updates

Kernel-Updates unterscheiden sich insofern von den meisten anderen Updates, als sie normalerweise erst wirksam werden, wenn der Rechner neu gestartet wird. Nach einem Kernel-Update werden Sie zum Neustart aufgefordert – aber natürlich kann Sie niemand dazu zwingen.

Neu in Ubuntu 18.04 ist die Möglichkeit, Kernel-Live-Patches zu aktivieren. In diesem Fall wird bei einem Kernel-Update nicht nur der neue Kernel installiert, der dann beim nächsten Neustart verwendet wird, gleichzeitig wird der laufende Kernel verändert. Das ist ein relativ komplexes Unterfangen, das nicht für jede Art von Bugfix geeignet ist – aber in den meisten Fällen funktioniert es. Der Vorteil: Kernel-Bugfixes werden sofort, also auch ohne Neustart wirksam.

Eigentlich wurden derartige Live-Patches für den Server-Betrieb konzipiert, wo es durchaus vorkommen kann, dass Linux monatelang ohne Neustart läuft. Die Aktivierung von Live-Patches für Desktop-Systeme ist eigentlich nur dann sinnvoll, wenn Sie Ihren Rechner selten richtig ausschalten und stattdessen nur den Ruhezustand aktivieren, wenn Sie gerade nicht arbeiten.

Live-Patches sind ein Feature, das Canonical primär seinen kommerziellen Kunden anbietet. Erfreulicherweise stehen Live-Patches auch Privatanwendern für maximal drei Systeme kostenlos zur Verfügung. Allerdings müssen Sie sich dazu beim Online-Dienst *Ubuntu One* registrieren:

<https://login.ubuntu.com/+login>

Zur Aktivierung der Live-Patches öffnen Sie dann das Dialogblatt **AKTUALISIERUNGEN** im bereits erwähnten Programm *Anwendungen & Aktualisierungen* (siehe Abbildung 3.14). Dort klicken Sie auf den Button **SIGN IN**. Die Anmeldung zum *Ubuntu-One*-Dienst erfolgt im Modul **ONLINE-KONTEN** der Systemeinstellungen. Während des Logins und der Live-Patch-Aktivierung müssen Sie außerdem zweimal Ihr Standard-Login-Passwort angeben.

In einem Terminal-Fenster können Sie sich mit dem Kommando `canonical-livepatch` davon überzeugen, dass alles funktioniert:

```
canonical-livepatch status
  client-version: 8.0.1
  cpu-model: Intel(R) Core(TM) i3-2350M CPU @ 2.30GHz
  last-check: 2018-04-12T11:12:16.756912889+02:00
  ...
  status:
  - kernel: 4.15.0-13.14-generic
    running: true
  ...
```

## Distributions-Updates

Wenn die Aktualisierungsverwaltung feststellt, dass es eine neue Ubuntu-Version gibt, weist das Programm auf diesen Umstand hin und suggeriert, dass durch den simplen Klick auf einen Button ein entsprechendes Update durchgeführt werden kann. Prinzipiell stimmt das auch, in der Praxis dauern derartige Updates aber recht lange (mindestens eine halbe Stunde, je nach Hardware und Internetzugang aber auch mehrere Stunden) und funktionieren mitunter schlecht.

Meine Empfehlung ist es, solche Distributions-Updates generell zu vermeiden! Wenn Sie auf eine neue Ubuntu-Version umsteigen möchten, führen Sie zuerst ein Backup und dann eine Neuinstallation durch! Das ist natürlich nicht so bequem, dafür aber deutlich zuverlässiger.

## 3.4 Neue Programme installieren

Zur Installation neuer Programme sieht Ubuntu das Programm *Ubuntu-Software* vor (im Dock erkennbar am Einkaufswagen-Icon). Bei vielen Programmen führt ein Klick auf das Icon zu einer ausführlichen Beschreibung samt Screenshots. Werfen Sie dabei auch einen Blick auf die Paketdetails: Manche Pakete liegen nur im neuen, Ubuntu-eigenen Snap-Format vor (erkennbar an der Angabe QUELLE = SNAP-STORE) und beanspruchen überdurchschnittlich viel Platz auf der Festplatte oder SSD (siehe auch Abschnitt [Snap-Pakete](#)).

Nach INSTALLIEREN wird das neue Programm automatisch in das Dock eingefügt. Das führt dazu, dass das Dock rasch mit Icons überfüllt wird; lösen Sie daher selten benötigte Programme einfach aus dem Dock und führen diese bei Bedarf über die Aktivitäten-Ansicht aus.

Mit *Ubuntu-Software* können Sie auch bereits installierte Programme wieder entfernen bzw. alle vorhandenen Programme aktualisieren.

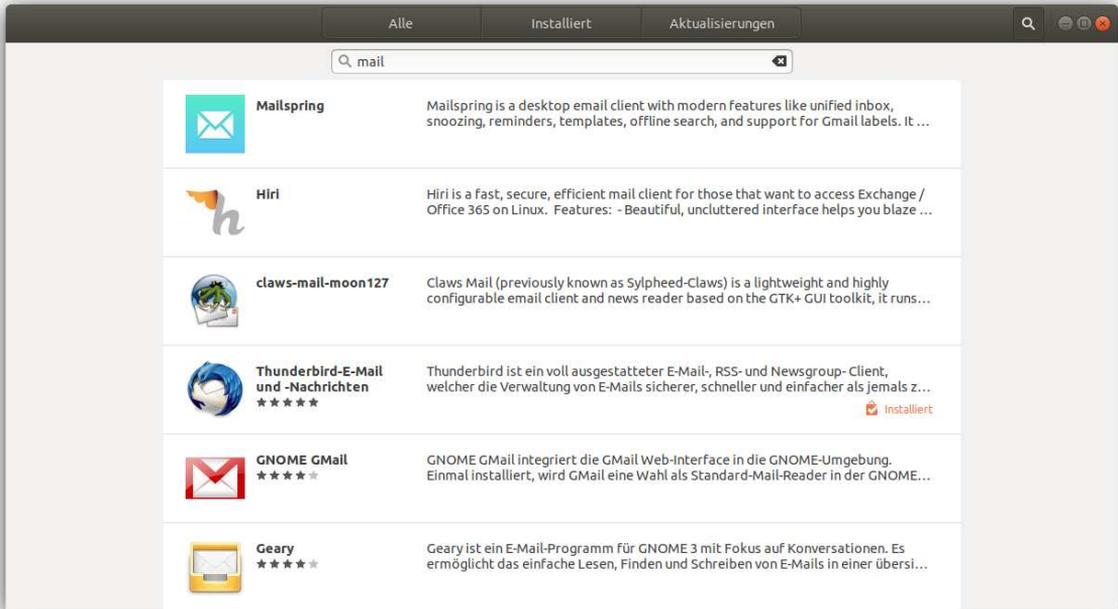


Abbildung 3.15: Suche nach E-Mail-Programmen in *Software*

## Doppelgänger

Manche Pakete tauchen im Software-Angebot doppelt auf, z. B. der Webbrowser Firefox. In der Detailbeschreibung des jeweiligen Pakets können Sie nachlesen, ob es sich dabei um ein herkömmliches Paket oder um ein Snap-Paket handelt. Bis auf Weiteres sollten Sie herkömmlichen Paketen den Vorzug geben. Gerade bei Firefox ist die Snap-Variante noch mit funktionellen Einschränkungen verbunden.

## Software-Installation im Terminal

Für Ubuntu stehen über 50.000 Pakete zur Verfügung. Nur einen Bruchteil davon können Sie in *Ubuntu-Software* installieren – ganz einfach deswegen, weil man Linux-Einsteiger nicht mit dem unübersichtlichen und sehr technischen Paketangebot überfordern möchte. Die vielen Pakete ergeben sich daraus, dass unter Ubuntu Bibliotheken, Dokumentationsdateien, Quellcode, Sprachanpassungen etc. jeweils separat verpackt werden.

Nichtsdestotrotz ist es auch für Ubuntu-Einsteiger oft notwendig, Pakete zu installieren, die in *Ubuntu-Software* verborgen sind. Die erforderlichen Schritte müssen Sie in einem Terminal-Fenster durchführen. Dieses öffnen Sie im Startmenü, danach tippen Sie die folgenden Kommandos ein:

```
sudo apt update
sudo apt install <paketname>
```

Das erste Kommando aktualisiert die Metadaten aller verfügbaren Pakete. Weil es ständig Updates gibt, ändern sich die Metadaten regelmäßig. `apt install` installiert das gewünschte Paket. Oft werden gleichzeitig auch diverse weitere Pakete installiert, von denen das Grundpaket abhängig ist.

### Tipp

Wenn Sie nicht wissen, wie der exakte Paketname lautet, können Sie mit `apt search <muster>` nach allen Paketen suchen, in denen *muster* im Paketnamen oder in der kurzen, englischen Paketbeschreibung enthalten ist.

Technisch versierte Benutzer können zudem das Programm `synaptic` installieren. Dieses Programm stellt eine grafische Benutzeroberfläche zur Paketverwaltung zur Verfügung. Die Oberfläche ist antiquiert, und das Programm wird nicht mehr gewartet. Dennoch ist es nützlich, um das riesige Paketangebot zu erkunden.

## Neue Programmversionen installieren

Die Installation von neuen Programmen unter Ubuntu ist zwar sehr einfach, es gibt aber leider eine große Einschränkung: Es ist nicht ohne Weiteres möglich, eine andere Version zu installieren, als jene, die in den Ubuntu-Paketquellen enthalten ist. Auch wenn Sie mit Ihrem Ubuntu-System an sich zufrieden ist und dieses über längere Zeit verwenden, möchten Sie vielleicht trotzdem die gerade aktuelle Version von LibreOffice oder Gimp installieren.

Unter Windows ist das kein Problem: Sie laden einfach die neueste Version des gewünschten Programms herunter und installieren sie. Unter Ubuntu sind Sie dagegen an die in den Ubuntu-Paketquellen angebotenen Versionen gebunden. Diese Versionen

werden zwar im Rahmen von Updates in kleinen Schritten aktualisiert (etwa von LibreOffice 6.0.1 auf 6.0.2), große Versionssprünge auf LibreOffice 6.1 oder 6.2 sind aber nicht vorgesehen. Das liegt daran, dass jedes Programm von diversen Bibliotheken abhängig ist. Würden auch alle erforderlichen Bibliotheken erneuert, könnte das Inkompatibilitäten mit anderen Programmen verursachen. Anders formuliert: Bei der Wartung der Paketquellen genießt die Stabilität Vorrang vor neuen Versionen.

Was können Sie also tun, wenn Sie die neueste Version des Programms xyz wünschen? Wenn Sie Glück haben, finden Sie ein *Personal Package Archive* mit dem gewünschten Programm – dann richten Sie dieses PPA als zusätzliche Paketquelle ein und installieren das Paket einfach. Im Detail ist die Vorgehensweise im Abschnitt [PPAs](#) beschrieben. Um bei LibreOffice zu bleiben: Ein PPA mit der gerade aktuellsten stabilen LibreOffice-Version gibt es hier:

<https://launchpad.net/~libreoffice/+archive/ubuntu/ppa>

Wenn es für das gewünschte Programm kein PPA gibt, können Sie vielleicht auf ein äquivalentes Snap-Paket zurückgreifen. Andernfalls müssen Sie in der Regel auf die nächste Ubuntu-Version warten und dann eine Neuinstallation durchführen. Linux-Experten können das gewünschte Programm auch manuell aus einem tar-Archiv installieren oder sogar selbst kompilieren, Einsteigern rate ich von dieser Vorgehensweise aber ab!

# 4 Konfiguration

Dieses Kapitel setzt sich mit der Konfiguration des Desktops und der Hardware Ihres Rechners auseinander. Bei der Desktop-Konfiguration geht es nicht nur um die optische Gestaltung des Desktops, sondern auch um die Installation von Schriften und Gnome-Erweiterungen (*Gnome Shell Extensions*).

Die Abschnitte zur Hardware-Konfiguration behandeln unter anderem das Einrichten von Tastatur, Maus, Touchpad, Drucker und Netzwerk, das Arbeiten mit zwei Monitoren, die Verwendung hochauflösender Monitore (4k/Retina-Display) sowie die Installation proprietärer Hardware-Treiber. Zum Abschluss geht das Kapitel noch auf die Einrichtung zusätzlicher Benutzeraccounts ein.

## Hinweis

Ich gehe in diesem Kapitel davon aus, dass Sie in der Lage sind, Programme zu installieren (siehe den Abschnitt [Neue Programme installieren](#)). Vereinzelt müssen Sie auch Kommandos in einem Terminal ausführen. Werfen Sie gegebenenfalls einen Blick in den Abschnitt [Arbeiten im Terminal](#)!

## 4.1 Konfigurationswerkzeuge

Standardmäßig steht zur Ubuntu-Konfiguration nur das Programm *Systemeinstellungen* zur Verfügung. Daneben gibt es eine Vielzahl optionaler Werkzeuge, mit denen Sie Ubuntu bis ins letzte Detail konfigurieren können. Dieser Abschnitt präsentiert Ihnen den Werkzeugkasten zur Ubuntu-Konfiguration. In den weiteren Abschnitten dieses Kapitels werde

ich immer wieder darauf hinweisen, welche Option Sie am einfachsten mit welchem Programm ändern können.

## Systemeinstellungen

Die zentrale Anlaufstelle für die meisten Konfigurationswünsche ist das Programm *Einstellungen*, das Sie über das Systemmenü ganz rechts im Panel starten. Das Programm besteht aus einer ebenso umfangreichen wie ungeordneten Sammlung von Modulen, mit denen alle erdenklichen Einstellungen vorgenommen werden können. Beachten Sie, dass sich einige Module in den Submenüs GERÄTE (Monitor, Tastatur, Maus etc.) und INFORMATION verbergen. Viele Module werde ich Ihnen im Verlauf dieses Kapitels näher vorstellen.

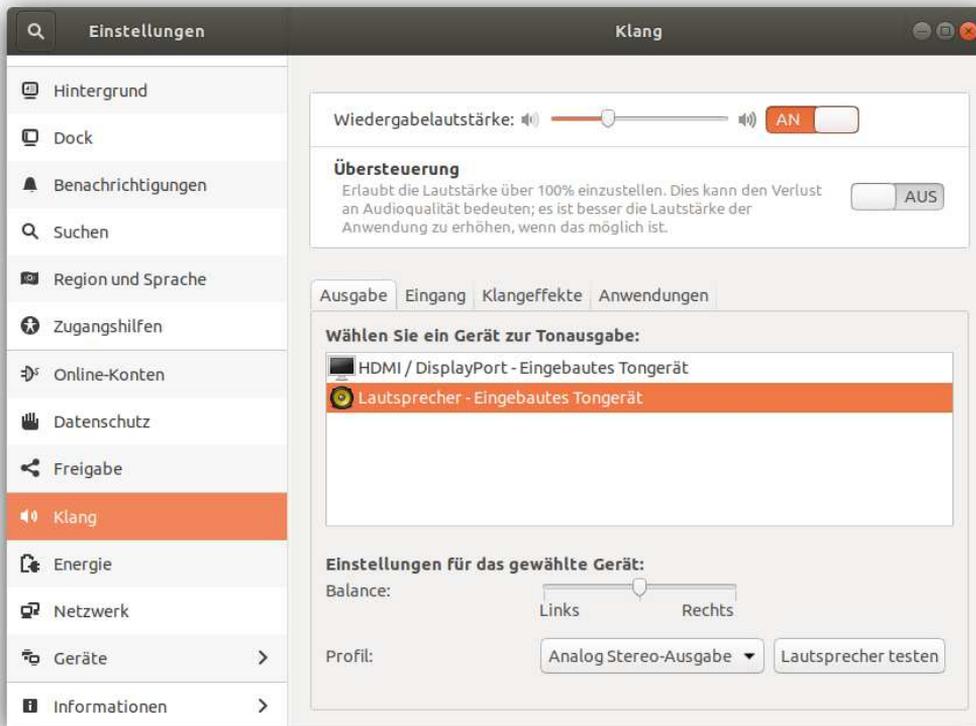


Abbildung 4.1: Die Systemeinstellungen

Bedenken Sie, dass alle Änderungen an den Systemeinstellungen *sofort* wirksam werden und nicht explizit bestätigt werden müssen. Manche Module zur Systemkonfiguration müssen Sie dagegen zuerst »entsperren«, bevor Sie Veränderungen durchführen können. Das betrifft z. B. die Benutzerverwaltung (Modul INFORMATIONEN • BENUTZER).

Zum Entsperren klicken Sie auf den Vorhängeschloss-Button in der Titelleiste und geben Ihr Passwort an. Diese Vorsichtsmaßnahme schützt vor unbedachten bzw. ungewollten Änderungen.

## Gnome Tweaks (»Optimierungen«)

Das Programm *Einstellungen* erscheint auf den ersten Blick eindrucksvoll, seine Module konzentrieren sich aber lediglich auf die Aspekte der Systemkonfiguration. Äußerst mager fallen dagegen die Einstellmöglichkeiten zur Gestaltung des Desktops aus. Sie können damit eigentlich nur das Hintergrundbild sowie die Breite und Position des Docks verändern.

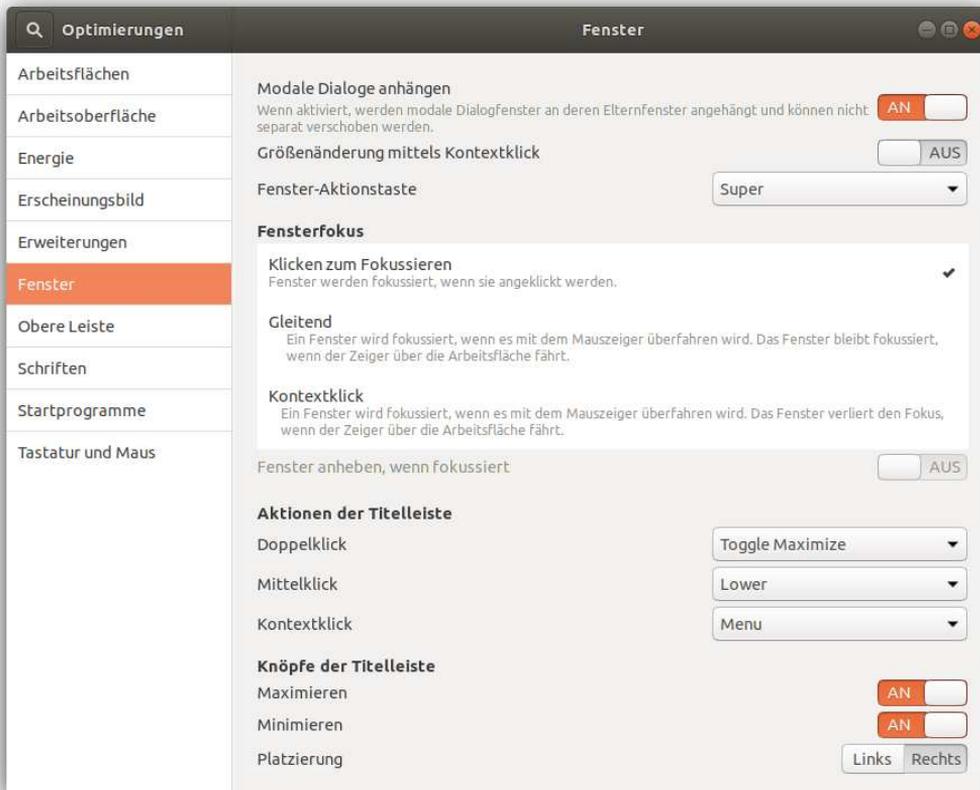
Abhilfe schafft das Zusatzprogramm *Optimierungen*, das unter dem Namen *Gnome Tweaks* bekannter ist. Zur Installation öffnen Sie mit `Strg` + `Alt` + `T` ein Terminalfenster und führen dort die folgenden beiden Kommandos aus:

```
sudo apt update
sudo apt install gnome-tweaks
```

Anschließend starten Sie das Programm über den Aktivitätenbutton. Mit dem Programm können Sie nun unter anderem einstellen,

- welche Buttons in der Fensterleiste dargestellt werden sollen (auf Wunsch also auch die Buttons zum Minimieren und Maximieren des Fensters, die standardmäßig fehlen),
- ob die Fenster-Buttons rechts oder links in der Titelleiste angezeigt werden sollen (diese Option ist erst seit Sommer 2017 verfügbar),
- wie sich Gnome bei einem Doppelklick auf die Fensterleiste verhalten soll,
- welche Funktionen Sondertasten wie CapsLock- oder die Windows-Taste haben sollen,
- welche Schriften in welcher Größe auf dem Desktop verwendet werden sollen,

- mit welchen Kantenglättungsverfahren Schriften angezeigt werden sollen (Anti-Aliasing, Hinting),
- ob die Fenster bzw. die Schriften für hochauflösende Monitore skaliert werden sollen,
- ob Gnome auf Animationen verzichten soll,
- welche Themes und Icons zur Darstellung des Desktops verwendet werden sollen,
- wie sich Notebooks beim Schließen des Deckels verhalten sollen,
- ob der Dateimanager auf dem Desktop Icons darstellen darf und
- ob zusammen mit der Uhrzeit auch das Datum angezeigt werden soll.

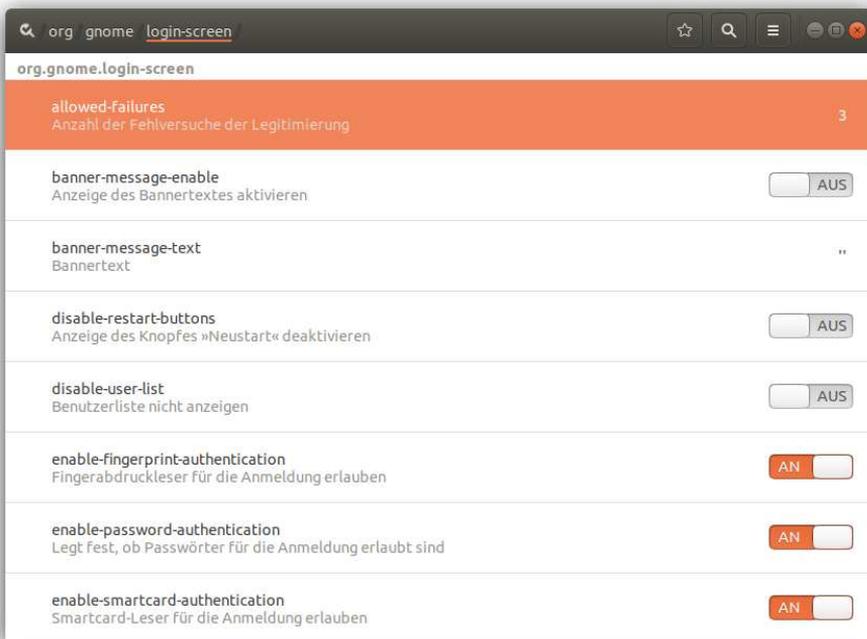


**Abbildung 4.2:** Mannigfaltige Optionen zur Desktopkonfiguration bietet das Programm »Gnome Tweaks« bzw. »Optimierungen«

## Die dconf-Datenbank

Viele Ubuntu-Programme speichern ihre Einstellungen in der binären Datei `.config/dconf/user`, der sogenannten dconf-Datenbank. Sie hat gewisse Ähnlichkeiten mit der Windows-Registrierdatenbank. Im Terminal können Sie das Kommando `gsettings` aufrufen, um die dort enthaltenen Einstellungen auszulesen bzw. zu verändern.

Wesentlich komfortabler gelingt dies mit dem grafischen dconf-editor. Dieser befindet sich im Paket `dconf-tools`, das vor dem erstmaligen Aufruf des dconf-editors installiert werden muss. Im dconf-editor finden Sie eine Menge Optionen, die in den gewöhnlichen Einstellungsdialogen verborgen sind. (Eine Grundidee des Gnome-Projekts ist es, Programme so einfach wie möglich zu gestalten. Das gilt auch für die Konfigurationsdialoge. Linux-Freaks, die sich mit den wenigen öffentlichen Optionen nicht zufriedengeben, müssen sich mit dem dconf-editor anfreunden.)



**Abbildung 4.3:** Mit dem dconf-Editor können unzählige Optionen verändert werden.

## Gnome Shell Extensions

Das Aussehen und die Funktionsweise des Gnome-Desktops kann schließlich durch Erweiterungen verändert werden. Auf diesen Aspekt der Konfiguration gehe ich im Abschnitt [Gnome-Shell-Erweiterungen](#) gesondert ein.

## 4.2 Desktop-Konfiguration

Sie wissen nun, welche Werkzeuge Ihnen zur Veränderung der Konfiguration zur Auswahl stehen. In den folgenden Miniabschnitten zeige ich Ihnen, wie Sie häufig benötigte Einstellungen schnell und unkompliziert vornehmen.

### Desktop-Hintergrund und -Aussehen

Im Modul HINTERGRUND der Systemeinstellungen richten Sie das Hintergrundbild Ihres Desktops sowie des Login-Bildschirms ein. Dabei haben Sie die Wahl zwischen einigen vorgegebenen Bildern und Farben.

Natürlich können Sie auch eigene Fotos als Hintergrund verwenden. Dazu navigieren Sie mit dem Dateimanager Nautilus zur Bilddatei und führen dann das Kontextmenükommando ALS HINTERGRUND FESTLEGEN aus.

### Dock

Im Modul DOCK der Systemeinstellungen können Sie die Größe der Icons im Dock festlegen und steuern, an welchem Bildschirmrand das Dock angezeigt werden soll (links, rechts oder unten). Wenn Sie die Option AUTOMATISCHES AUSBLENDEN aktivieren, verschwindet das Dock, sobald Sie ein Fenster darüber schieben. Um das Dock wieder einzublenden, klicken Sie auf den AKTIVITÄTEN-Button.

### Mehr Dock-Optionen

Für die Darstellung des Docks ist die Gnome-Erweiterung *Dash to Dock* verantwortlich. Ubuntu verwendet allerdings eine modifizierte Variante dieser Erweiterung. Im

Abschnitt [Dash to Dock](#) zeige ich Ihnen, wie Sie diese Erweiterung durch das Original ersetzen können. Das gibt Ihnen wesentlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten.

## Ort der Fensterbuttons

In den vergangenen Jahren hat Ubuntu die Fensterbuttons wie unter macOS links angeordnet, was vor allem anfangs bei vielen Ubuntu-Anwendern zu Protesten geführt hat. Nach einer Umfrage, an der 2017 über 15.000 Ubuntu-Fans teilgenommen haben, sind die Fensterbuttons wie unter Windows wieder ins rechte obere Eck des Fensters gewandert. Anders als beim Default-Gnome-Desktop, der nur einen Schließen-Button vorsieht, zeigt Ubuntu aber weiterhin alle drei Fensterbuttons an, also Minimieren, Maximieren und Schließen.

Egal, welche Präferenzen Sie haben: Mit dem Programm *Optimierungen* (Gnome Tweaks) können Sie die Anzeige der Fensterbuttons auf erfreulich unkomplizierte Weise einstellen. Dazu öffnen Sie das Modul FENSTER und scrollen nach unten zum Abschnitt KNÖPFE DER TITELLEISTE (siehe Abbildung 4.2). Alle hier durchgeführten Änderungen werden unmittelbar wirksam, was das Ausprobieren erleichtert.

## Automatischer Login

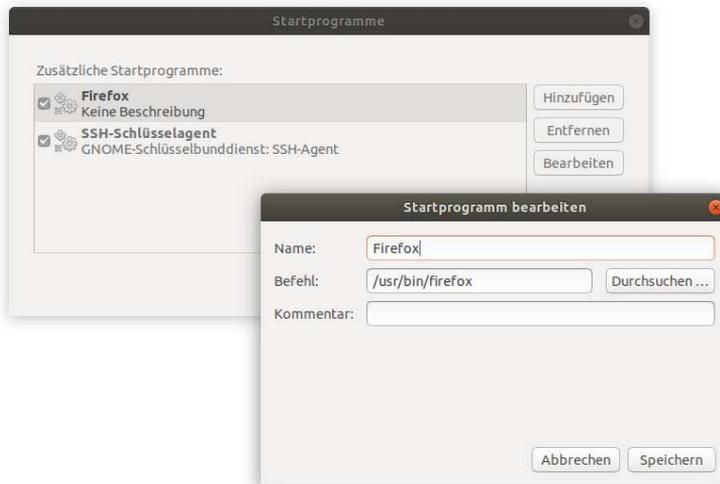
Nach jedem Neustart des Rechners müssen Sie sich einloggen. Wenn Sie der einzige Benutzer des Rechners sind und keine Gefahr besteht, dass andere Personen Zugang zum Rechner haben, können Sie den ersten Login beim Rechnerstart automatisieren. Dazu starten Sie das Modul INFORMATIONEN • BENUTZER der Systemeinstellungen, entsperren das Modul durch einen Klick auf den Vorhängeschloss-Button und aktivieren die Option AUTOMATISCHE ANMELDUNG.

Empfehlenswert ist diese Einstellung aber nicht: Die Passwortangabe während des Logins erlaubt auch die Nutzung aller von Gnome verwalteten Passwörter, z. B. für den Network Manager (WLAN), für die E-Mail-Konfiguration sowie für andere Netzwerkdienste. Wenn Sie den Auto-Login aktivieren, müssen Sie bei der Nutzung des ersten derartigen Programms doch Ihr Passwort angeben.

## Programme automatisch starten

Wenn Sie möchten, dass ein bestimmtes Programm unmittelbar nach dem Login automatisch gestartet wird, öffnen Sie im Programm OPTIMIERUNGEN (Gnome Tweaks) das Modul STARTPROGRAMME. Dort können Sie mit dem Plus-Button Programme aus einer vorgegebenen Liste hinzufügen.

Wenn Sie das gewünschte Programm in der Liste nicht finden, müssen Sie auf ein anderes Konfigurationsprogramm zurückgreifen. Dazu suchen Sie in der Aktivitätenansicht nach startprogramme und starten das gleichnamige Programm. Mit HINZUFÜGEN können Sie nun den Namen und den exakten Programmpfad angeben. Zur Pfadauswahl klicken Sie in der Seitenleiste des Dateiauswahldialogs auf ANDERE ORTE, wählen den Eintrag RECHNER aus und navigieren dann in das Verzeichnis `/usr/bin`. Ich habe dieser Liste z. B. Firefox hinzugefügt, weil ich den Webbrowser immer benötige.



**Abbildung 4.4:** Firefox bei jedem Login automatisch starten

## Auf der Suche nach dem Programm

Wenn Sie das gewünschte Programm in `/usr/bin` nicht finden, führen Sie in einem Terminal-Fenster `which name` aus.

## Fonts (Schriften)

Im Programm *Optimierungen* (Gnome Tweaks) können Sie einstellen, welche Schriftart in welcher Größe für Fenstertitel, in Dokumenten, auf dem Desktop etc. verwendet wird (Modul SCHRIFTEN). Das Dialogblatt bietet auch die Möglichkeit, verschiedene »Hinting«-Optionen einzustellen. Diese Optionen steuern die Kantenglättung (*Antialiasing*) von Schriften auf dem Bildschirm.

Standardmäßig sind unter Ubuntu bereits eine Menge Schriften installiert. Darüber hinaus können Sie mit `sudo apt install ttf-mscorefonts-installer` unkompliziert einige frei verfügbare Microsoft-Schriften installieren (Andale, Arial, Georgia etc.). Das Paket `ttf-mscorefonts-installer` enthält nicht direkt die Font-Dateien, sondern ein kleines Programm, das die Schriften aus dem Internet herunterlädt. Diese umständliche Vorgehensweise ist erforderlich, weil die Lizenzbedingungen zwar den kostenlosen Download erlauben, die direkte Mitlieferung mit Linux-Distributionen aber untersagen.

Falls Sie eigene Font-Dateien besitzen, können Sie diese einfach in das Verzeichnis `/usr/share/fonts` (gilt für alle Benutzer) oder in das lokale Verzeichnis `.fonts` kopieren (gilt nur für den aktiven Benutzer). Da die Schriftenverwaltung während des Logins initialisiert wird, erkennen viele Programme neu installierte Schriften erst, wenn Sie sich ab- und neu anmelden.

## Weniger Effekte, mehr Geschwindigkeit

Wenn Sie Ubuntu auf einem alten Rechner oder in einer virtuellen Maschine ausführen, dann bremsen grafische Effekte das Ein- und Ausblenden von Fenstern sowie die Darstellung des Aktivitäten-Modus spürbar ein. Weitaus schneller verlaufen solche Aktionen, wenn Sie in *Optimierungen* (Gnome Tweaks) im Modul ERSCHEINUNGSBILD die Animationen auf AUS stellen.

## Datum im Panel anzeigen

Standardmäßig zeigt das Panel nur die Uhrzeit an. Optional können Sie an dieser Stelle auch Sekunden, das Datum und die Kalenderwoche einblenden. Entsprechende Optionen finden Sie im Modul OBERE LEISTE des Programms OPTIMIERUNGEN (Gnome Tweaks).

## 4.3 Gnome-Shell-Erweiterungen

Der größte Vorteil des Gnome-Desktops im Vergleich zu der von Ubuntu früher bevorzugten Eigenlösung *Unity* besteht darin, dass die Funktionen des Desktops durch *Gnome Shell Extensions* erweitert werden können. Als zentraler Marktplatz für derartige Erweiterungen hat sich die folgende Webseite etabliert:

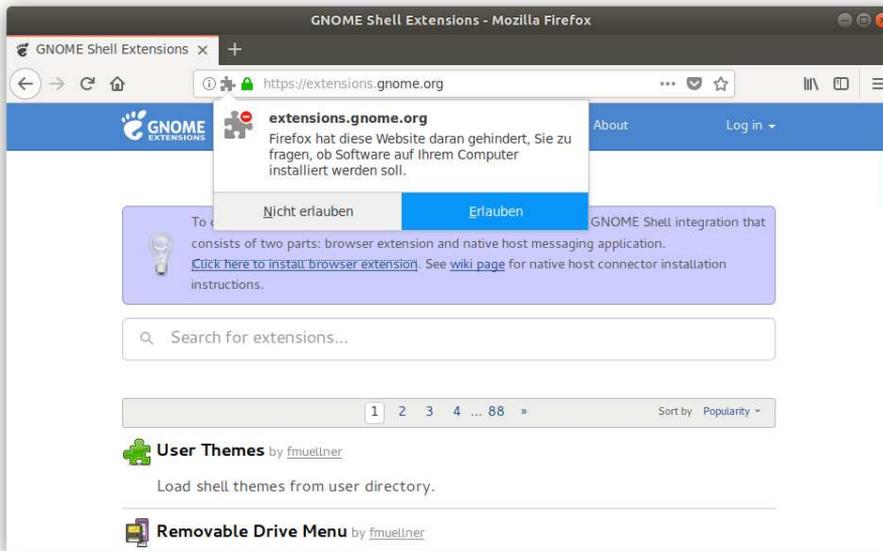
<https://extensions.gnome.org>

### Gnome-Shell-Erweiterungen in Firefox verwalten

Die Installation, Konfiguration und Verwaltung der Erweiterungen erfolgt im Webbrowser. Bevor Sie diese Webseite in Firefox nutzen können, müssen Sie allerdings im Terminal ein zusätzliches Paket installieren:

```
sudo apt install chrome-gnome-shell
```

Wenn Sie die Seite nun zum ersten Mal besuchen, müssen Sie außerdem auf den Link **CLICK HERE TO INSTALL BROWSER EXTENSION** klicken. Firefox fragt nun, ob Sie die Erweiterung tatsächlich nutzen möchten. Klicken Sie zuerst auf **ERLAUBEN** und wenig später auf **HINZUFÜGEN**. Anschließend laden Sie die Seite neu.



**Abbildung 4.5:** Bevor Sie Gnome-Shell-Erweiterungen in Firefox administrieren, müssen Sie eine Browser-Erweiterung installieren.

## Vorinstallierte Gnome-Shell-Erweiterungen

Unter Ubuntu sind zwei Gnome-Shell-Erweiterungen vorinstalliert (siehe auch das Dialogblatt INSTALLED EXTENSIONS auf der Seite <https://extensions.gnome.org>):

- **Ubuntu ApplIndicators** sorgt dafür, dass externe Programme wie Dropbox im Panel Status-Icons anzeigen dürfen.
- **Ubuntu Dock** bewirkt, dass das Dock auf dem Gnome-Desktop dauerhaft angezeigt wird. (Der originale Gnome-Desktop blendet das Dock nur in der Aktivitätenansicht ein.)

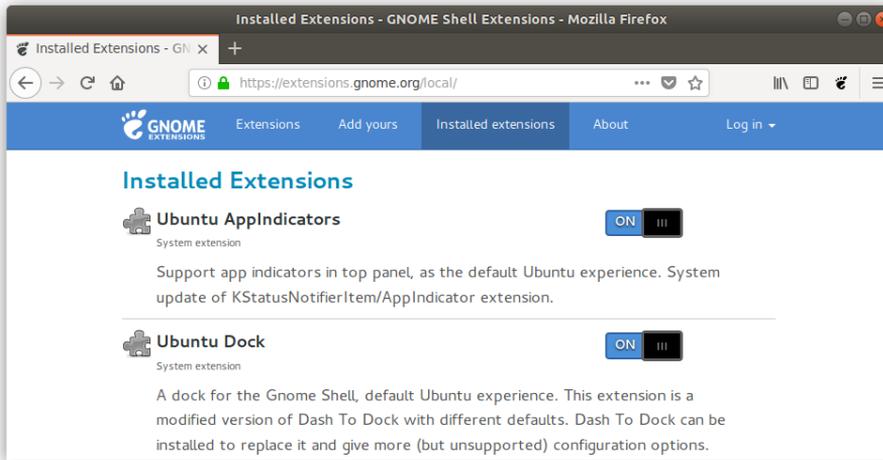


Abbildung 4.6: Zwei Gnome-Shell-Erweiterungen sind vorinstalliert.

## Erweiterungen verwalten

Im Dialogblatt EXTENSIONS der Seite <https://extensions.gnome.org> können Sie nach anderen beliebigen Gnome-Erweiterungen suchen. Wenn eine Erweiterung interessant klingt, öffnen Sie die betreffende Detailseite, wo Sie die Erweiterung mit einem weiteren Klick aktivieren können. Die meisten Erweiterungen bestehen nur aus kleinen JavaScript-Dateien. Das Ausprobieren erfolgt daher blitzschnell.

Einen Überblick über alle Erweiterungen, die gegenwärtig installiert sind, gibt das vorhin schon erwähnte Dialogblatt INSTALLED EXTENSIONS. Dort können Sie Erweiterungen bei Bedarf deaktivieren (ON/OFF-Slider). Selbst installierte Erweiterungen können Sie hier aktualisieren (grüner Update-Button), fallweise auch konfigurieren (blauer Werkzeug-Button) sowie entfernen (roter X-Button).

Empfehlenswerte Erweiterungen sind beispielsweise:

- **Activities Configurator:** Mit dieser Erweiterung können Sie die optische Gestaltung des Panels beeinflussen und insbesondere den Button AKTIVITÄTEN durch ein Icon Ihrer Wahl ersetzen. Ubuntu-Fans werden das Ubuntu-Logo als Icon auswählen. Es ist hier zu finden:

```
/usr/share/icons/Humanity/places/64
```

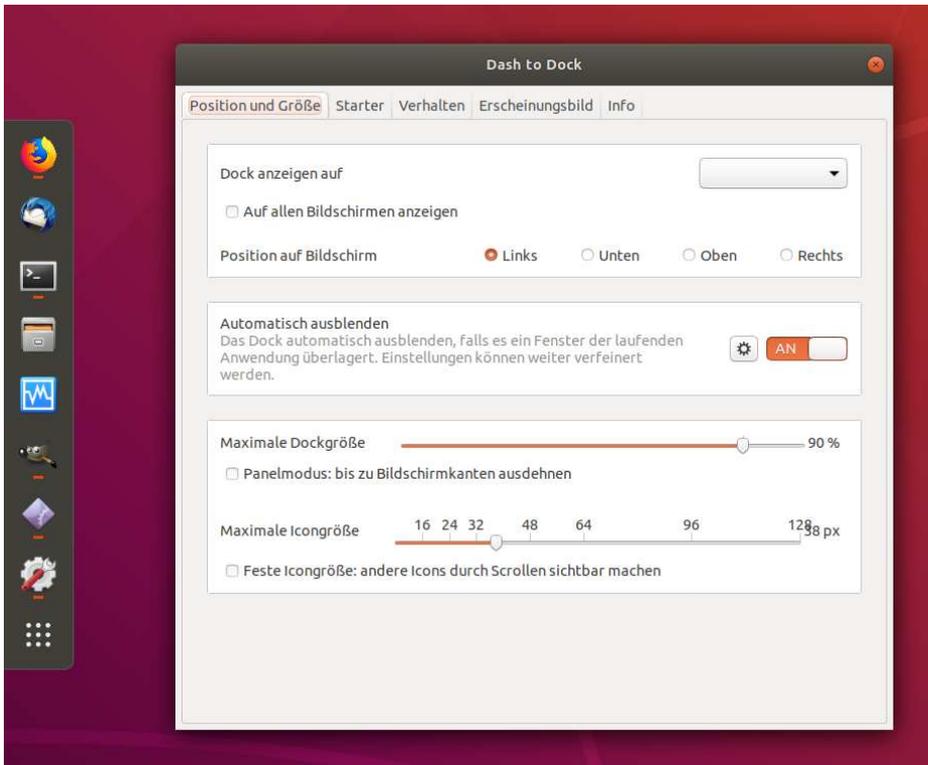
- **Alternate Tab:** Mit dieser Erweiterung funktioniert `Alt` + `↩` wieder wie unter alten Gnome-Versionen bzw. unter Windows. Die Tastenkombination wechselt dann zwischen Fenstern und nicht zwischen Programmen.
- **Application Menu:** Die Erweiterung ersetzt den Aktivitäten-Button durch ein traditionelles Startmenü.
- **Places status indicator:** Diese Erweiterung fügt neben dem Aktivitäten-Button ein Menü ein, um wichtige Verzeichnisse zu öffnen.
- **Removable Drive Menu:** Die Erweiterung fügt rechts im Panel ein kleines Menü ein, in dem Sie USB-Sticks und andere externe Datenträger lösen (»auswerfen«) können.
- **Open Weather:** Diese Erweiterung zeigt neben der Uhrzeit die aktuelle Temperatur und auf Mausklick eine Wetterprognose an.
- **Window List:** Diese Erweiterung zeigt am unteren Bildschirmrand eine Taskleiste für alle laufenden Programme an.
- **User Themes:** Diese Erweiterung ermöglicht es, Gnome Themes zu aktivieren. Diese Form der Gnome-Modifizierung wird im Abschnitt [Gnome Shell Themes](#) näher vorgestellt.

Auf einige weitere Erweiterungen gehe ich im Folgenden detailliert ein.

## Dash to Dock

*Dash to Dock* zählt zu den beliebtesten Gnome-Shell-Erweiterungen. Sie bietet eine Menge Möglichkeiten, das Dock zu gestalten und dauerhaft anzuzeigen.

Unter Ubuntu ist mit *Ubuntu Dock* eine abgespeckte Variante dieser Erweiterung bereits standardmäßig installiert. Wenn Sie die vielen Zusatzfunktionen von *Dash to Dock* nutzen möchten, deaktivieren Sie *Ubuntu Dock* und aktivieren Sie stattdessen *Dash to Dock*. (Wenn Sie dauerhaft bei *Dash to Dock* bleiben möchten, ist es besser, das *Ubuntu Dock* mit `sudo apt remove gnome-shell-extensions-ubuntu-dock` vollständig zu deinstallieren. Andernfalls wird das *Ubuntu Dock* bei Updates immer wieder neu aktiviert.)



**Abbildung 4.7:** Links ein Dock, das nicht die gesamte Bildschirmhöhe ausfüllt, rechts der Konfigurationsdialog von »Dash to Dock«, der sich über vier Dialogblätter erstreckt.

Neben diversen Optionen, die die optische Gestaltung des Docks betreffen, finden sich in den Konfigurationdialogen auch ausgesprochen nützliche Funktionen: Beispielsweise bewirkt die Einstellung WIRKUNG BEI MAUSKLICK = MINIMIEREN, dass die betroffenen Fenster ein- und wieder ausgeblendet werden.

## Tipp

Sie können beim mitgelieferten Ubuntu-Dock bleiben und Ihre Fenster dennoch per Mausklick auf das Icon minimieren: Dazu führen Sie das folgende Kommando in einem Terminal aus:

```
gsettings set org.gnome.shell.extensions.dash-to-dock click-action
'minimize'
```

## Touchpad Indicator

Die Erweiterung *Touchpad Indicator* gibt Ihnen die Möglichkeit, das Touchpad eines Notebooks automatisch zu deaktivieren, sobald eine »richtige« Maus an das Notebook angeschlossen ist. Das vermeidet ungewollte Fehleingaben. Damit das funktioniert, müssen Sie im Konfigurationsdialog der Erweiterung im ersten Dialogblatt die Umschaltmethode XINPUT auswählen und im zweiten Dialogblatt die Option TOUCHPAD AUTOMATISCH EIN- BZW. AUSSCHALTEN aktivieren.

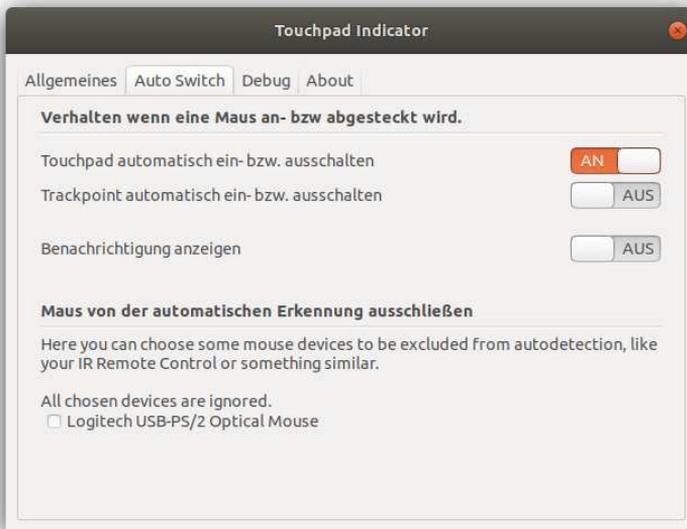
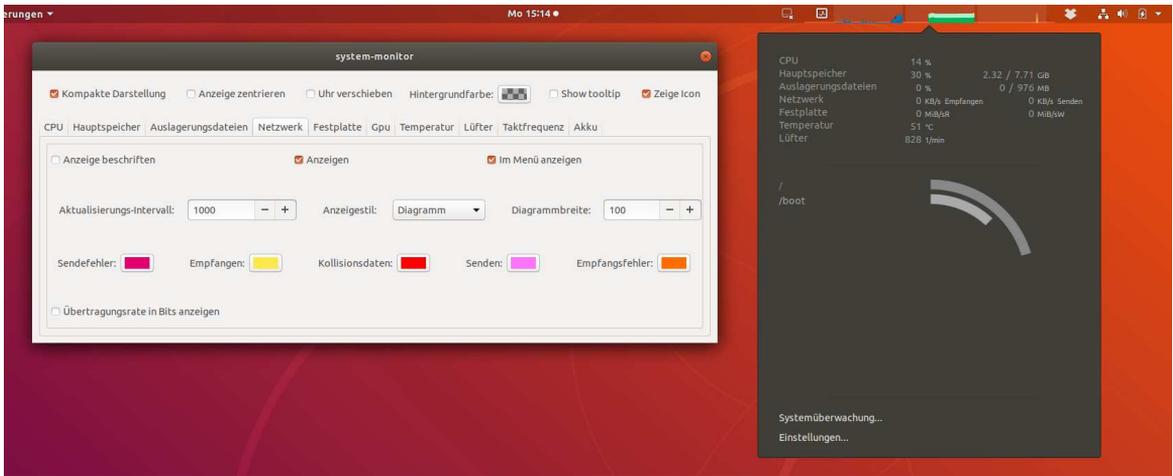


Abbildung 4.8: Konfiguration des Touchpad Indicators

## System Monitor

Für alle, die gerne wissen, was auf ihrem Rechner vor sich geht, zeigt die Erweiterung *System Monitor* im Panel den aktuellen Rechnerzustand an: Dazu zählen je nach Konfiguration die CPU-Auslastung, die Speichernutzung, der Netz- und I/O-Durchsatz, die CPU-Temperatur etc.



**Abbildung 4.9:** Der Konfigurationsdialog und das Statusmenü der System Monitors

Bevor der System Monitor aktiviert werden kann, müssen allerdings einige Zusatzpakete installiert werden. Dazu führen Sie in einem Terminal das folgende Kommando aus:

```
apt install gir1.2-gtop-2.0 gir1.2-networkmanager-1.0 gir1.2-clutter-1.0
```

### Gnome-Systemüberwachung

Das Menü des Systemmonitors enthält den Eintrag SYSTEMÜBERWACHUNG. Es sollte das gleichnamige Gnome-Programm starten, das eine grafische Darstellung der Systemauslastung sowie eine Liste der laufenden Prozesse zeigt. Der Start funktioniert allerdings nicht, vermutlich, weil *Systemüberwachung* unter Ubuntu nicht als normales Paket, sondern als Snap-Paket installiert ist. Sie können die *Systemüberwachung* aber natürlich in der Aktivitätenansicht starten.

## 4.4 Gnome Shell Themes

*Gnome Shell Themes* sind Dateien, die das Erscheinungsbild des Desktops modifizieren. Veränderbare Elemente sind die Farbe des Panels, der Menüs und der Fensterumrandung sowie die Gestaltung von Buttons und anderen Bedienelementen.

Die Verwendung eigener Themes erfordert einige Vorbereitungen:

- Bevor Sie eigene Themes verwenden können, müssen Sie zuerst die Gnome-Erweiterung *User Themes* aktivieren.
- Außerdem müssen Sie das Verzeichnis `.themes` einrichten. Das erledigen Sie am einfachsten in einem Terminal:  

```
mkdir .themes
```
- Schließlich laden Sie das gewünschte Thema aus dem Internet herunter und packen es in `.themes` aus.

Als zentrale Sammelstelle für unzählige Themes hat sich die folgende Seite etabliert:

<https://www.gnome-look.org>

Sie finden dort Icon-Themes, die das Aussehen der Icons und anderer Symbole auf dem Desktop beeinflussen, und GTK3-Themes, die für die restliche Gestaltung des Desktops zuständig sind. Verschiedene Theme-Typen sind voneinander unabhängig, d. h., Sie können eine beliebige Kombination aus einem Icon- und einem GTK3-Theme aktivieren.

Das Herunterladen und Entpacken von Themes ist leider nicht ganz so einfach, wie es hier klingt. Im Idealfall finden Sie auf <https://www.gnome-look.org> eine TAR-Datei, die Sie im Webbrowser herunterladen und dann im Terminal mit `tar xzf` auspacken können, z. B. so:

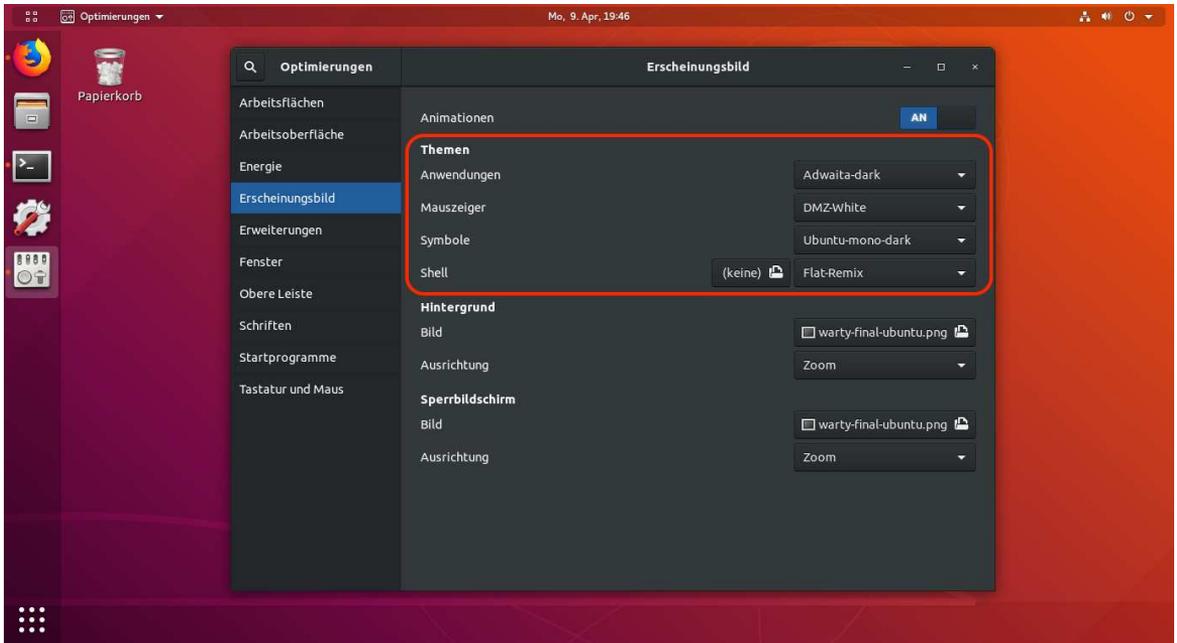
```
cd .themes
tar xzf ~/Download/theme-dateil.tar.gz
```

Manche Themes befinden sich dagegen in Git-Repositories. Das Befolgen der Installationsanleitung erfordert dann ein wenig Linux-Routine. Beispielsweise müssen Sie zur Installation des *Flat Remix Themes* die folgenden Kommandos in einem Terminal ausführen:

```
sudo apt install git
git clone https://github.com/daniruiz/Flat-Remix-GNOME-theme
mkdir -p ~/.themes
mv Flat-Remix-GNOME-theme/Flat-Remix ~/.themes
```

Sobald sich die Dateien des Themes in einem Unterverzeichnis von `.themes` befinden, können Sie das Theme in *Optimierungen* (Gnome Tweaks) aktivieren. Dazu öffnen Sie das Dialogblatt *Erscheinungsbild* und wählen bei den Punkten ANWENDUNGEN, SYMBOLE

und SHELL jeweils ein Thema aus. (Wenn Gnome Tweaks schon läuft, müssen Sie das Programm neu starten, damit es das neu installierte Theme erkennt.)



**Abbildung 4.10:** Kombination des vorinstallierten Adwaita-Dark-Themes (für Anwendungen) und des lokal installierten Flat-Remix-Themes (für die Shell)

## 4.5 Gnome-Desktop im Originalzustand verwenden

Ubuntu hat den Original-Gnome-Desktop in etlichen Punkten modifiziert:

- Ubuntu verwendet ein eigenes *Theme* zur Darstellung von Fenstern und Menüs.
- Ubuntu zeigt in den Fenstern Buttons zum Minimieren und Maximieren an.
- Ubuntu verwendet eine veraltete Version des Dateimanagers Nautilus, damit auf dem Desktop Icons angezeigt werden können. (Die aktuelle Version 3.28 kann das nicht mehr, und im Frühjahr 2018 war auch noch kein Ersatz verfügbar.)

- Ubuntu installiert standardmäßig zwei Gnome-Shell-Erweiterungen, damit das Dock dauerhaft angezeigt wird und um im Panel Status-Icons von Zusatzprogrammen anzuzeigen.

In den vorangegangenen Abschnitten habe ich Ihnen erklärt, wie Sie den Desktop darüberhinaus nach Ihren eigenen Vorstellungen modifizieren können – durch die Veränderung verborgener Optionen, durch die Installation von Erweiterungen oder eigener Themes. Aber möglicherweise wollen Sie genau das Gegenteil: den reinen, puren Gnome-Desktop so wie die Gnome-Entwickler ihn konzipiert haben.

Im Gegensatz zu früheren Ubuntu-Versionen können Sie das ganz leicht erreichen: Sie installieren einfach das Paket `gnome-session` und starten den Rechner dann neu:

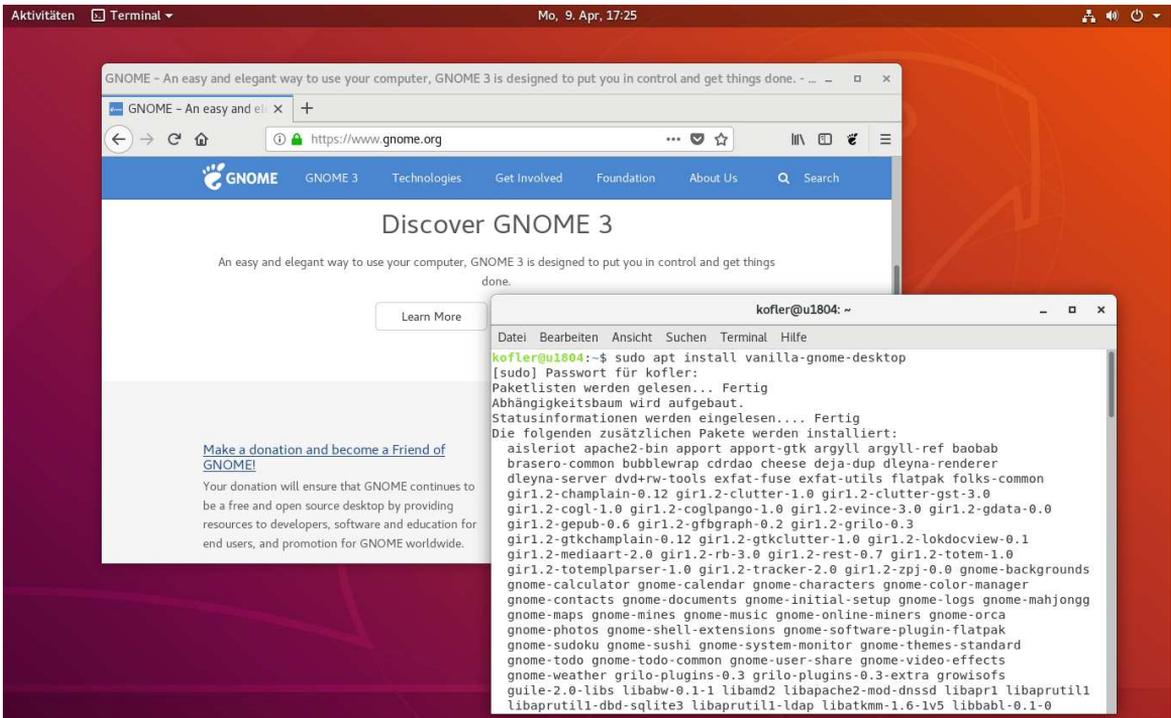
```
sudo apt install gnome-session
```

Beim nächsten Login drücken Sie nach der Eingabe Ihres Passworts nicht blind , öffnen mit einem Klick das Zahnradmenü und wählen den Eintrag GNOME UNTER XORG. In den Systemeinstellungen bzw. mit Gnome Tweaks durchgeführte Einstellungen bleiben weiterhin gültig. Wenn Sie also auch die Fensterbuttons zum Minimieren und Maximieren eliminieren möchten, können Sie das mit Gnome Tweaks tun.



**Abbildung 4.11:** Um den originalen Gnome-Desktop zu starten, wählen Sie beim Login »GNOME unter Xorg« aus.

Optional können Sie zusätzlich das Paket `vanilla-gnome-desktop` installieren. Damit werden diverse Gnome-Pakete installiert, die unter Ubuntu standardmäßig nicht installiert sind.



**Abbildung 4.12:** Der Gnome-Desktop unterscheidet sich nur in Details vom Ubuntu-Desktop.

Wenn Sie in den Ubuntu-Desktop zurückkehren möchten, loggen Sie sich aus und wählen beim nächsten Login die Variante UBUNTU.

### Was ist Wayland?

Vielleicht ist Ihnen in der Login-Abbildung der Begriff »Wayland« aufgefallen. Wayland ist ein neues Grafiksystem für Linux. Es soll demnächst das Grafiksystem Xorg ablösen. (Technisch gesehen ist die Sache noch komplizierter. Wayland ist eigentlich nur ein Protokoll. Es verwendet die gleichen Grafiktreiber wie Xorg, kommuniziert aber anders mit den Grafikprogrammen.)

Einige Distributionen verwenden Wayland bereits standardmäßig, z. B. Fedora. Ubuntu hat dies in Version 17.10 auch ausprobiert, mit Version 18.04 sind die Entwickler aber teilweise zu Xorg zurückgekehrt. (Teilweise deswegen, weil zwar der Login-Bildschirm Wayland verwendet, die eigentliche Desktop-Session aber nicht.)

Wayland verspricht in Zukunft ein schlankeres System, mehr Stabilität und Performance-Vorteile. Gegenwärtig ist es aber noch nicht komplett ausgereift und mit diversen Nachteilen verbunden. Z.B. funktionieren Remote-Desktop-Programme wie VNC- oder RDP-Server nicht im Zusammenspiel mit Wayland.

## 4.6 Tastatur

In den Systemeinstellungen gibt es gleich zwei Module zur Konfiguration der Tastatur:

- Im Modul REGION UND SPRACHE können Sie neue Tastaturlayouts hinzufügen und vorhandene entfernen. Sobald mehr als zwei Layouts definiert sind, wird im Panel ein Tastatur-Icon eingeblendet, mit dem Sie rasch zwischen den Layouts wechseln können.
- Das Modul GERÄTE • TASTATUR listet die wichtigsten globalen Tastenkürzel auf. Sie können die Kürzel frei definieren.

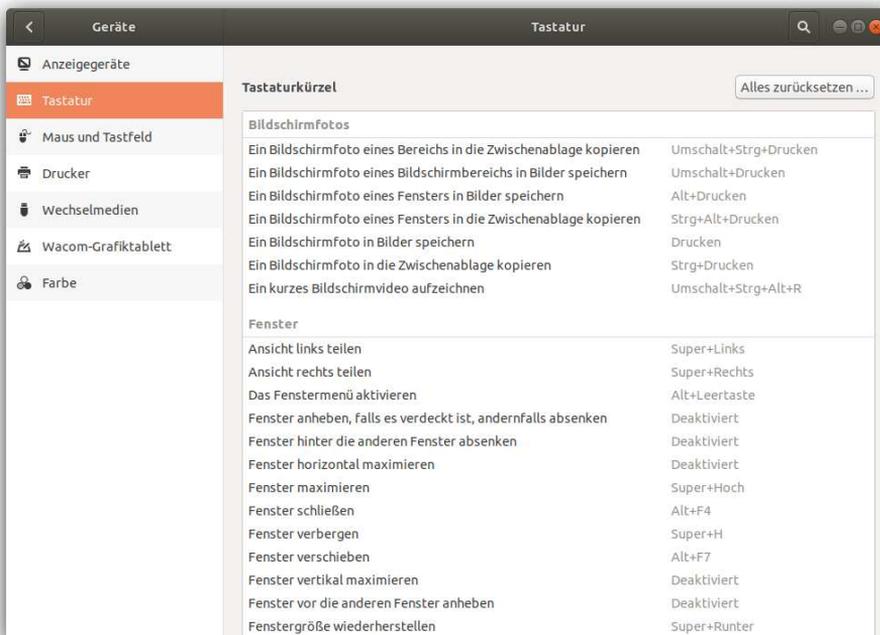


Abbildung 4.13: Konfiguration der Tastenkürzel

## Tastenkürzel für den Aktivitätenmodus

Im Modul TASTATUR UND MAUS des Programms *Optimierungen* (Gnome Tweaks) können Sie festlegen, ob der Aktivitätenmodus durch die rechte oder die linke Windows-Taste aktiviert werden soll. (Standardmäßig ist die linke Windows-Taste vorgesehen.)

## Sonderwünsche (CapsLock & Co.)

Im gerade erwähnten Modul TASTATUR UND MAUS des Programms *Optimierungen* (Gnome Tweaks) gibt es den Button ZUSÄTZLICHE BELEGUNGSOPTIONEN. Dieses führt in einen weiteren Dialog, in dem Sie z. B. die Feststelltaste (CapsLock) deaktivieren oder die Funktionen von `[Alt]`, `[Strg]` und `[Windows]` verändern können. Vorsicht: DEAKTIVIERT bedeutet bei den Tastaturoptionen nicht, dass diese Tastenkombination tatsächlich deaktiviert ist, sondern dass hierfür die Defaulteinstellungen gelten.

## Funktionstasten bei Apple-Tastaturen

Verwenden Sie Ubuntu in Kombination mit einer Apple-Tastatur, sind die Funktionstasten Multimedia-Aufgaben wie der Lautstärkesteuerung zugeordnet. Wenn Sie die Funktionstasten als solche verwenden möchten, müssen Sie zusätzlich `[Fn]` drücken – also `[Fn]+[F1]`, um die Online-Hilfe anzuzeigen. Abhilfe schaffen die folgenden Kommandos, die Sie in einem Terminal ausführen müssen:

```
sudo -s
echo 2 > /sys/module/hid_apple/parameters/fnmode
exit
```

Das Kommando gilt leider nur bis zum nächsten Neustart. Um die Funktionstasten dauerhaft als solche zu verwenden, führen Sie die folgenden Kommandos aus:

```
sudo -s
echo "options hid_apple fnmode=2" > /etc/modprobe.d/hid-apple.conf
update-initramfs -u
```

Die Änderung wird ab dem nächsten Neustart wirksam.



Abbildung 4.14: Tastatursonderwünsche erfüllt das Gnome Tweak Tool

## 4.7 Maus und Touchpad

Im Modul GERÄTE • MAUS UND TASTENFELD der Systemeinstellungen können Sie einige Parameter der Maus und des Touchpads verändern:

- Sie können festlegen, ob die linke oder die rechte Taste als primäre Taste gilt.
- Sie können die Geschwindigkeit der Maus bzw. des Touchpads einstellen und den sogenannten NATÜRLICHEN BILDLAUF aktivieren. Die Option bewirkt, dass das Verschieben des Fensterinhalts per Touchpad oder per Mousrad wie auf einem Smartphone oder Tablet erfolgt, also in die gleiche Richtung. Leider wirkt die Option NATÜRLICHES SCROLLEN nicht bei allen Programmen. Diese Inkonsistenz ist in der Praxis ausgesprochen ärgerlich.

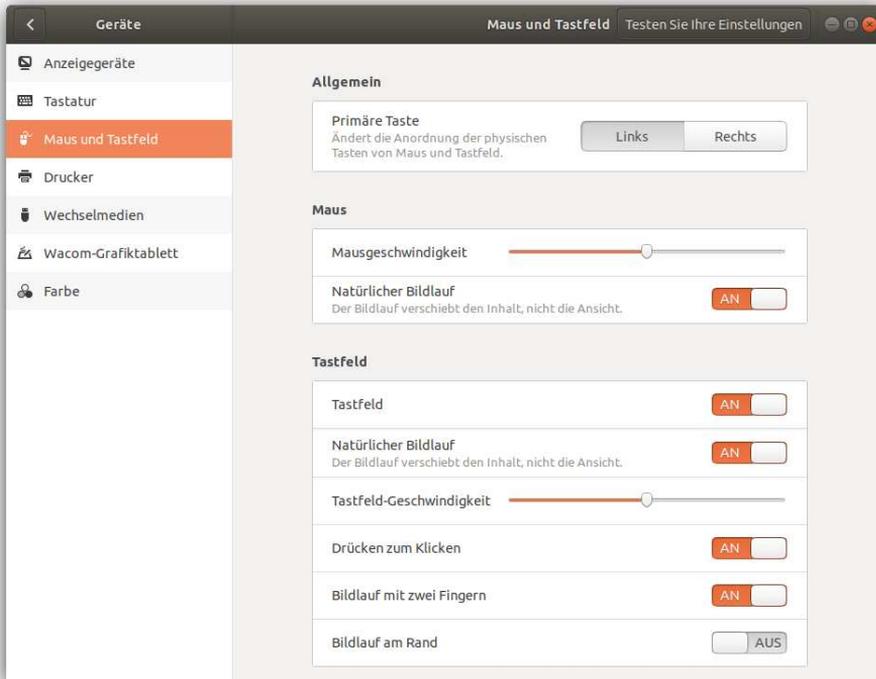


Abbildung 4.15: Konfiguration von Touchpad und Maus

## Tipp

Das Programm Gnome Tweaks sieht im Modul TASTATUR UND MAUS einige weitere Konfigurationsoptionen vor.

## Touchpad automatisch deaktivieren

Die Systemeinstellungen bieten zwar Möglichkeit, das Touchpad ganz zu deaktivieren; noch praktischer wäre aber ein Automatismus, der das Touchpad eines Notebooks immer dann deaktiviert, wenn gerade eine Maus angeschlossen ist. Genau das kann die Gnome-Shell-Erweiterung *Touchpad Indicator*, die ich Ihnen im Abschnitt [Touchpad Indicator](#) kurz vorstelle.

## 4.8 Bluetooth

Die Verwendung von Bluetooth-Geräten unter Ubuntu funktioniert meistens gut. Im Bluetooth-Abschnitt des Systemmenüs werden neu erkannte Bluetooth-Geräte angezeigt. Zusätzliche Einstellmöglichkeiten finden Sie im Modul BLUETOOTH der Systemeinstellungen. Allerdings brauchen Sie mitunter Geduld: Es kann durchaus ein bis zwei Minuten dauern, bis Ihr Rechner ein neues Bluetooth-Geräte erkennt.



Abbildung 4.16: Bluetooth-Einstellungen

### Hinweis

Ganz ohne die eingebaute Tastatur eines Notebooks bzw. ohne eine USB-Tastatur bei Desktop-Rechnern werden Sie nicht auskommen: Beispielsweise lässt sich das GRUB-Startmenü vielfach nicht durch eine Bluetooth-Tastatur steuern – es sei denn, das BIOS/EFI enthält selbst Bluetooth-Funktionen. Auch die erstmalige Konfiguration von Bluetooth-Geräten setzt voraus, dass Sie zumindest über eine funktionierende Tastatur verfügen.

## Manuelle Konfiguration mit `bluetoothctl`

Leider versagt das Konfigurationsprogramm bei manchen Bluetooth-Geräten. Bei meinen Tests scheiterte beispielsweise der Verbindungsaufbau zu zwei Tastaturen.

Sofern Sie schon ein wenig Linux-Routine gewonnen haben, können Sie in solchen Fällen die Konfiguration auf Kommandoebene mit `bluetoothctl` in einem Terminal versuchen. Dieses Kommando ist zur interaktiven Konfiguration gedacht. Nach dem Start gelangen Sie in einen Kommandomodus. Die weitere Vorgehensweise zur Verbindung eines Bluetooth-Geräts sieht so aus:

- Sie aktivieren mit `pairable` on den Kuppelungsmodus.
- Sie aktivieren mit `scan` on den Scan-Modus. Das Programm listet nun alle erkannten Geräte in Funkreichweite auf. Dieser Vorgang kann geraume Zeit dauern, einzelne Geräte werden dabei immer wieder aufgelistet. Wenn Sie das gewünschte Gerät gefunden haben, schalten Sie den Scan-Modus mit `scan off` wieder aus.
- Sie aktivieren mit `agent` on einen sogenannten Bluetooth-Agenten. Er kümmert sich um die Autorisierung neuer Geräte (bei Tastaturen durch eine Passwordeingabe).
- Mit `pair xx:xx:xx` initiieren Sie den Verbindungsaufbau zu einem Gerät. Bei einer Tastatur werden Sie nun dazu aufgefordert, einen sechsstelligen Code einzutippen. Vergessen Sie nicht, die Eingabe mit  abzuschließen! Die erfolgreiche Kuppelung erkennen Sie an der Meldung *pairing successful*. Bei Geräten ohne Eingabemöglichkeit (Tastatur, Lautsprecher etc.) gelingt das Pairing zum Glück auch ohne Codeeingabe.
- Mit `trust xx:xx:xx` machen Sie dem Bluetooth-System klar, dass Sie dem Gerät wirklich vertrauen.
- Mit `connect xx:xx:xx` geben Sie an, dass Sie das Gerät tatsächlich nutzen möchten. (Das hätte sich `bluetoothctl` mittlerweile eigentlich denken können ...) Wenn alles klappt, lautet die Reaktion *connection successful*. Das Gerät kann jetzt verwendet werden!
- `info xx:xx:xx` zeigt den Verbindungsstatus und diverse weitere Informationen zum Gerät an.
- Bei der Fehlersuche helfen die Kommandos `list` und `devices`.
- Mit `exit` beenden Sie das `bluetoothctl`-Kommando.

Wichtig ist, dass Sie bei neu zu konfigurierenden Bluetooth-Geräten immer wieder auf den Bluetooth-Knopf (Pairing-Knopf) drücken, damit das Gerät der Umwelt signalisiert, dass es bereit zum Verbindungsaufbau ist. Die meisten Geräte zeigen diesen Zustand auch durch eine blinkende Leuchtdiode an.

Die folgenden Zeilen zeigen (leicht gekürzt) die Ein- und Ausgaben zur Konfiguration einer Bluetooth-Tastatur. Alle Ein- und Ausgaben erfolgen in einem Terminal-Fenster:

```
user@ubuntu$ bluetoothctl
[NEW] Controller 00:1A:7D:DA:71:13 pi2 [default]
[NEW] Device 88:E7:A6:04:9E:A7 Bluetooth Laser Mouse
[NEW] Device 00:25:BC:FB:C1:E5 Michael Koflers Tastatur

[bluetooth]# agent on
Agent registered

[bluetooth]# pairable on
Changing pairable on succeeded

[bluetooth]# scan on
Discovery started
[CHG] Controller 00:1A:7D:DA:71:13 Discovering: yes
[NEW] Device 70:10:00:1A:92:20 70-10-00-1A-92-20
[NEW] Device 73:0C:0F:CF:F3:BE 73-0C-0F-CF-F3-BE
[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 LegacyPairing: no
[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 Name: Bluetooth 3.0 Keyboard
[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 Alias: Bluetooth 3.0 Keyboard
[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 LegacyPairing: yes
...

bluetooth]# scan off
Discovery stopped

[bluetooth]# pair 70:10:00:1A:92:20
Attempting to pair with 70:10:00:1A:92:20
[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 Connected: yes
[agent] PIN code: 963064

--> Pin-Eingabe + Return auf der Tastatur <--

[CHG] Device 70:10:00:1A:92:20 Paired: yes
Pairing successful
```

```
[bluetooth]# trust 70:10:00:1A:92:20
Changing 70:10:00:1A:92:20 trust succeeded
[CHG] Device 88:E7:A6:04:9E:A7 Connected: yes

[bluetooth]# connect 70:10:00:1A:92:20
Attempting to connect to 70:10:00:1A:92:20
Connection successful

[bluetooth]# info 70:10:00:1A:92:20
Device 70:10:00:1A:92:20
Name: Bluetooth 3.0 Keyboard
Alias: Bluetooth 3.0 Keyboard
...

[bluetooth]# exit
```

Die auf diese Weise durchgeführte Konfiguration wird dauerhaft gespeichert und ist auch im Bluetooth-Konfigurationsprogramm von Ubuntu sichtbar.

## Bluetooth-Adapter beim Booten aktivieren

Bei manchen Notebooks tritt das Problem auf, dass der Bluetooth-Adapter nach jedem Hochfahren standardmäßig deaktiviert ist. Abhilfe: Öffnen Sie ein Terminalfenster und starten Sie dort den Editor *gedit* im Administratormodus, um die Datei `/etc/rc.local` einzurichten:

```
sudo gedit /etc/rc.local
```

Im Editor geben Sie die folgenden Zeilen ein:

```
#!/bin/bash
rfkill unblock all
exit 0
```

Dies bewirkt, dass alle Funkadapter des Geräts beim Hochfahren automatisch aktiviert werden. Das betrifft auch den WLAN-Adapter.

Nachdem Sie den Editor verlassen haben, müssen Sie im Terminal noch zwei Anweisungen ausführen:

```
chmod +x /etc/rc.local
systemctl daemon-reload
```

Das erste Kommando kennzeichnet die Textdatei `rc.local` als ausführbar. Das zweite Kommando fordert das Init-System *systemd* dazu auf, die Konfiguration neu einzulesen.

## 4.9 Netzwerkkonfiguration

Für die Netzwerkkonfiguration – egal ob kabelgebunden (LAN) oder per Funk (WLAN) – ist hinter den Kulissen der sogenannte *NetworkManager* zuständig. An der Oberfläche bedienen Sie den NetworkManager einerseits über das Systemmenü und andererseits über die Module WLAN und NETZWERK in den Systemeinstellungen.

### Automatische Netzwerkkonfiguration

Wenn Ihr Rechner durch ein Netzwerkkabel mit einem ADSL-Router, LAN-Server oder einem anderen Rechner verbunden ist, auf dem ein DHCP-Server läuft, dann aktiviert der NetworkManager automatisch diese Verbindung.

DHCP steht für *Dynamic Host Configuration Protocol*. Es handelt sich um ein Verfahren, um die wichtigsten Parameter der Netzwerkkonfiguration (IP-Adresse, DNS-Adresse, Gateway-Adresse etc.) automatisch an alle angeschlossenen Rechner im lokalen Netzwerk zu übermitteln.

### Statische Netzwerkkonfiguration

Nur in seltenen Fällen ist es erforderlich, die Netzwerkkonfiguration bei einer Verbindung über ein Ethernet-Kabel manuell durchzuführen. Dazu klicken Sie im Systemmenü auf KABELGEBUNDEN XXX • LAN-EINSTELLUNGEN • LAN-EINSTELLUNGEN und so gelangen Sie direkt in das richtige Modul der Systemeinstellungen. Dort öffnen Sie über den Zahnrad-Button einen Dialogdialog. Im Dialogblatt IPv4 wählen Sie nun die Methode MANUELL aus.

Anschließend geben Sie die gewünschte IP-Adresse des Rechners, die Netzwerkmaske (in der Regel 255.255.255.0) sowie die Adressen des Gateways und des DNS-Servers an. Das Gateway ist der Rechner im lokalen Netzwerk, über den der Internetzugang erfolgt. Die Aufgabe des DNS-Servers ist es, die passenden IP-Nummern für Netzwerknamen zu

ermitteln. Oft befinden sich der DNS-Server und das Gateway auf demselben Rechner im lokalen Netzwerk.

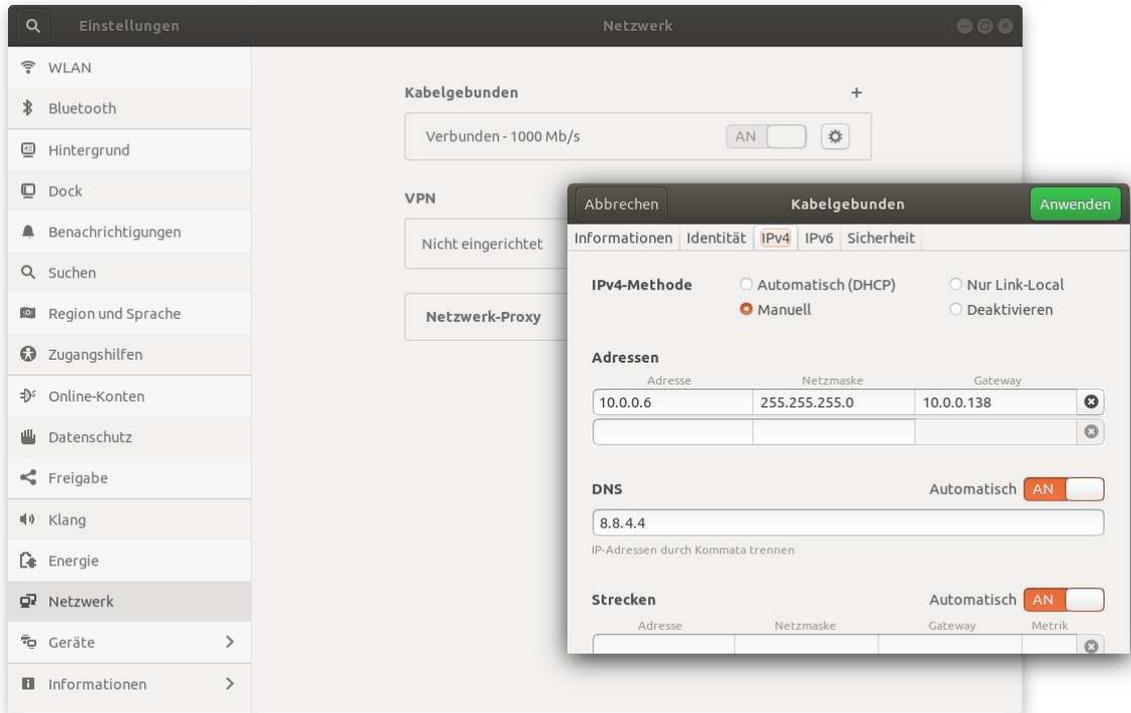


Abbildung 4.17: Statische Netzwerkkonfiguration

## WLAN-Konfiguration

Im Systemmenü gelangen Sie mit WLAN • WÄHLEN SIE EIN NETZWERK AUS in einen Dialog, der alle in Reichweite befindlichen Funknetzwerke auflistet. Sobald Sie ein Netzwerk auswählen, erscheint ein Dialog zur Eingabe des Passworts, das zur Verschlüsselung des Datenstroms eingesetzt wird. Der NetworkManager erkennt selbstständig das eingesetzte Verschlüsselungsprotokoll (WEP, WPA oder WPA2). Die restlichen Konfigurationsparameter werden via DHCP ermittelt.

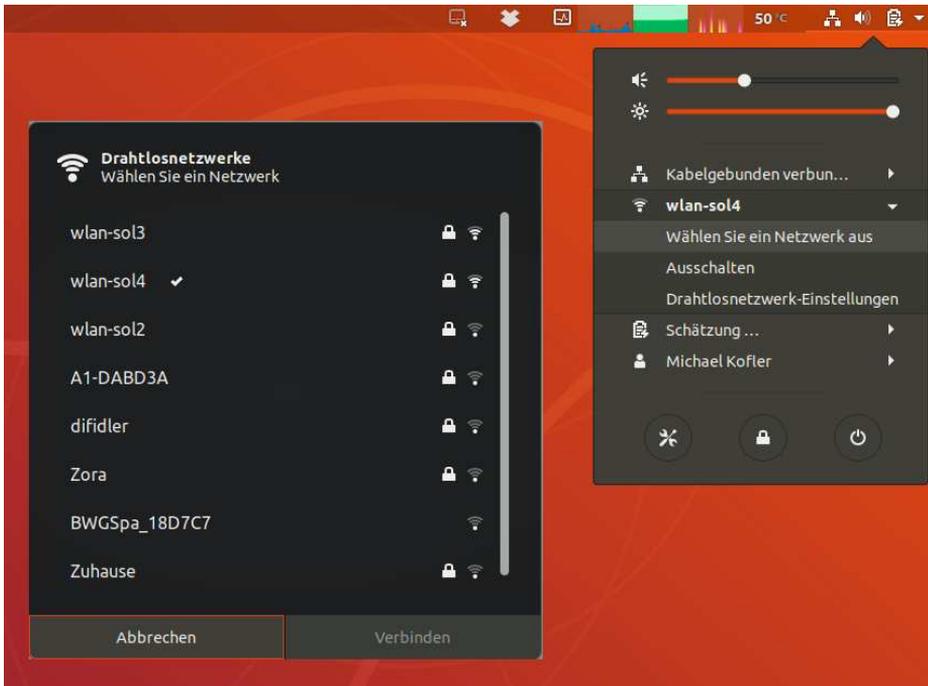


Abbildung 4.18: WLAN-Konfiguration

Beim erstmaligen Verbindungsaufbau in Unternehmensnetzen mit dem Verschlüsselungssystem WPA & WPA2 ENTERPRISE müssen Sie in den Systemeinstellungen das Modul WLAN öffnen, dort das Netzwerk auswählen, über den Zahnrad-Button in den Einstellungsdialog wechseln und in dessen Dialogblatt SICHERHEIT ein CA-Zertifikat auswählen. Geeignete Zertifikate befinden sich im Verzeichnis `/etc/ssl/certs`. Welches Zertifikat erforderlich ist, hängt von der Konfiguration des Unternehmensnetzwerks ab – fragen Sie gegebenenfalls den Administrator der Firma.

### Vorsicht

Die WLAN-Passwörter werden im Verzeichnis `/etc/NetworkManager/system-connections` im Klartext gespeichert. Aus Sicherheitsgründen können die Konfigurationsdateien nur mit Administratorrechten gelesen werden.

## Proxy-Konfiguration

In manchen Firmennetzen muss jeder Webzugriff über einen Proxy-Server fließen. Die Proxy-Konfiguration erfolgt in den Systemeinstellungen im Modul NETZWERK. Dort öffnen Sie das Dialogblatt NETZWERK-PROXY, geben die Verbindungsparameter ein und klicken auf den Button SYSTEMWEIT ANWENDEN.

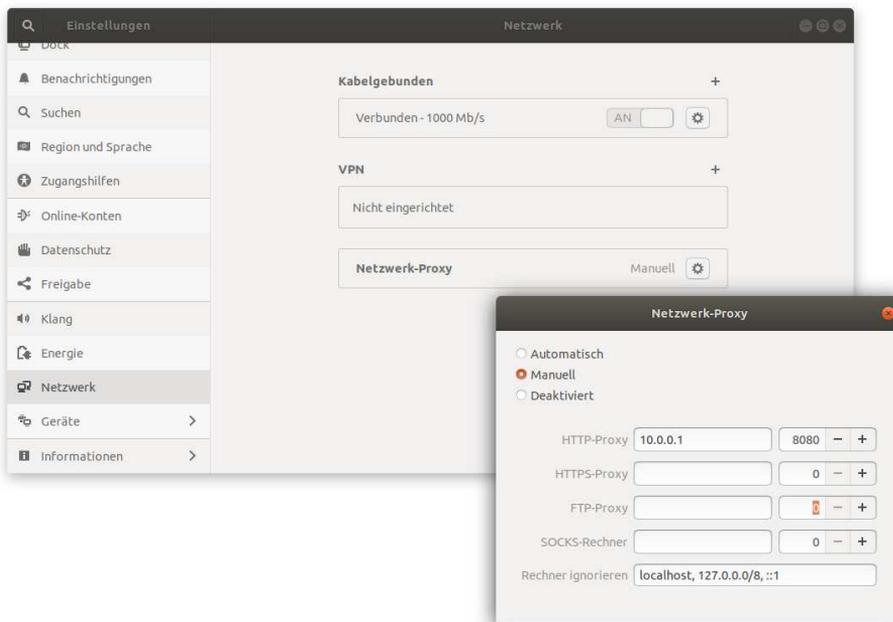


Abbildung 4.19: Proxy-Konfiguration

Damit die Proxy-Konfiguration wirksam wird, müssen Sie sich aus- und neu einloggen. Hinter den Kulissen verändert das Konfigurationsprogramm zwei Systemdateien. Die `environment`-Datei wird während des Logins gelesen und setzt die Umgebungsvariablen `http_proxy` bzw. `https_proxy`, die dann vom Webbrowser und diversen anderen Programmen ausgewertet werden:

```
# Datei /etc/environment
...
http_proxy="http://10.10.0.1:8080/"
```

Die Änderungen in `apt.conf` sind notwendig, damit auch die Paketverwaltungswerkzeuge den Proxy-Server verwenden:

```
# Datei /etc/apt/apt.conf
Acquire::http::proxy "http://10.10.0.1:8080/";
```

## VPN-Konfiguration

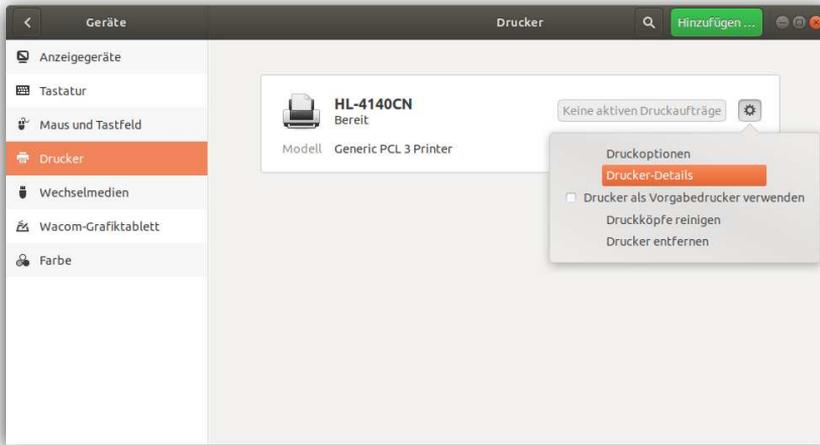
Auch die VPN-Konfiguration erfolgt im Modul NETZWERK der Systemeinstellung. Ein Klick auf den Plus-Button bietet allerdings nur das veraltete VPN-Verfahren PPTP an. Der NetworkManager hilft Ihnen bei der Konfiguration diverser weiterer VPN-Protokolle, sofern Sie vorher eines der folgenden Pakete mit `sudo apt install <name>` installieren:

- `network-manager-fortisslvpn-gnome`
- `network-manager-iodine-gnome`
- `network-manager-l2tp-gnome`
- `network-manager-openvpn-gnome`
- `network-manager-ssh-gnome`
- `network-manager-vpnc-gnome`

## 4.10 Druckerkonfiguration

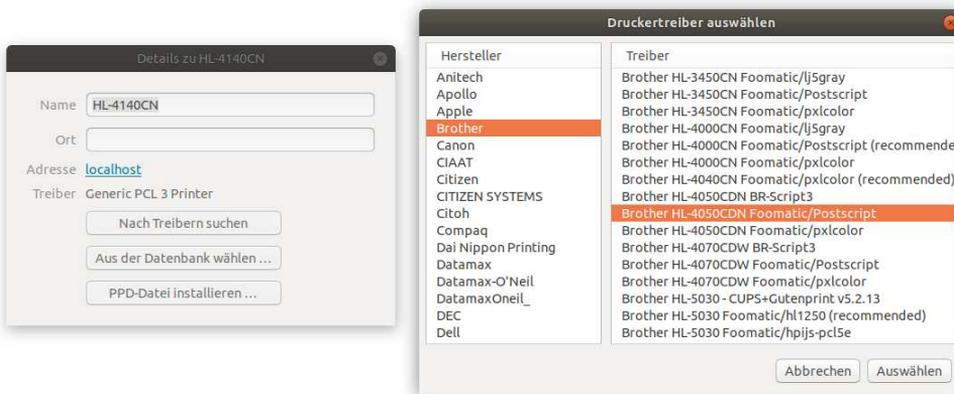
Zur Druckerkonfiguration öffnen Sie das Modul GERÄTE • DRUCKER der Systemeinstellungen und starten mit dem Button EINEN DRUCKER HINZUFÜGEN einen Assistenten (siehe Abbildung 4.20). Dieses Programm versucht, die angeschlossenen Drucker zu erkennen und automatisch zu konfigurieren. Der Drucker wird dann in der Geräteübersicht angezeigt. Wenn Sie Optionen oder den Druckertreiber verändern möchten, verwenden Sie dazu das Zahnradmenü. Falls Sie mehrere Drucker eingerichtet haben, können Sie in diesem Menü einen Drucker als Standarddrucker festlegen.

Um eine Testseite auszudrucken, öffnen Sie im Zahnradmenü DRUCKOPTIONEN. Der Button zum Druck der Testseite ist leicht zu übersehen. Er ist links oben in die Fensterleiste eingebettet.



**Abbildung 4.20:** Druckerkonfiguration

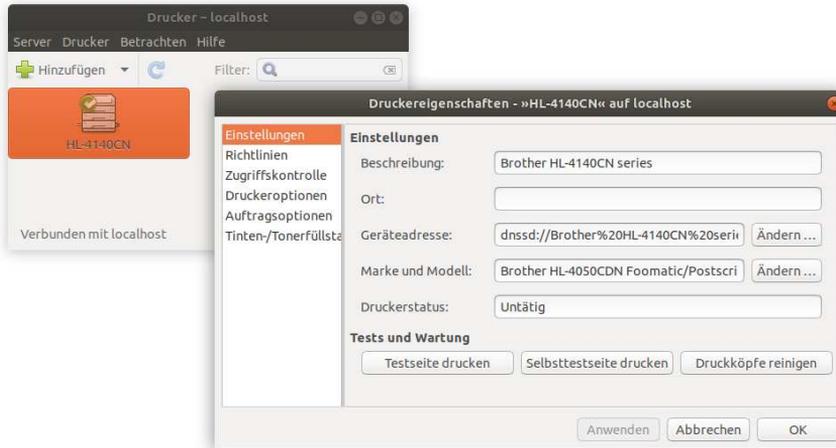
Mit DRUCK-DETAILS im Zahnradmenü dann dann mit AUS DER DATENBANK WÄHLEN gelangen Sie in einen weiteren Dialog, wo Sie einen aktiven Treiber aus allen unter Ubuntu verfügbaren Treibern auswählen können (siehe Abbildung 4.21). Das kann dann zweckmäßig sein, wenn Ubuntu für Ihren Drucker keinen optimalen Treiber gefunden hat. Oft hilft es in solchen Fällen, den Treiber eines ähnlichen Druckers zu verwenden.



**Abbildung 4.21:** Manuelle Auswahl eines Druckertreibers

ZUSÄTZLICHE DRUCKEREINSTELLUNGEN im Zahnradmenü des Drucker-Hauptfensters führt in einen weiteren Dialog. Dort können Sie ebenfalls diverse Einstellungen vornehmen.

(Hinter den Kulissen wird durch ZUSÄTZLICHE DRUCKEREINSTELLUNGEN das Programm system-config-printer gestartet. Dieses Programm, das nicht zum Gnome-Desktop gehört und seit Jahren nicht mehr gewartet wird, funktioniert mitunter besser als die stets aktualisierten Gnome-Konfigurationswerkzeuge. Außerdem enthält es viele Optionen, die in den »offiziellen« Konfigurationswerkzeugen fehlen.)



**Abbildung 4.22:** Im Programm »system-config-printer« finden Sie noch mehr Drucker-Einstellmöglichkeiten.

Ganz generell gilt: Bei manchen Druckern gelingt die Konfiguration auf Anhieb und problemlos. Andere Modelle verursachen Probleme; unzählige Dialoge, denen ein klares Konzept fehlt, machen die Konfiguration dann zur Qual. Bei vielen Laser-Druckern gelingt der Druck, wenn Sie als Treiber manuell **GENERIC • PCL NNN** oder **GENERIC • POSTSCRIPT NNN** einstellen (siehe Abbildung 4.21).

### Konfiguration über die Web-Oberfläche

Ubuntu verwendet wie macOS das *Common Unix Printing System* (CUPS) als Drucksystem. Sie können CUPS auch über den Webbrowser administrieren. Dazu öffnen Sie die Seite <http://localhost:631>.

## HP-Toolbox

Die Firma HP stellt für ihre Drucker, Scanner und Multifunktionsgeräte zusätzliche Treiber und ein eigenes Konfigurationsprogramm als Open-Source-Code zur Verfügung. Dieses Programm ist unter Ubuntu nicht standardmäßig installiert. Wenn Sie es nutzen möchten, führen Sie in einem Terminal-Fenster das folgende Kommando aus:

```
sudo apt install hplip-gui
```

In der Aktivitätenansicht können Sie das Programm nun unter dem Namen *HPLIP Toolbox* starten. Sie können damit Ihre HP-Geräte konfigurieren und diverse Zusatzfunktionen nutzen, z. B. den Füllstand der Tinte ermitteln.

## Nicht unterstützte Druckermodelle

Ubuntu kommt mit allen PostScript- oder HP-Laserjet-kompatiblen Laserdruckern sowie mit vielen Tintenstrahldruckern zurecht. Wenn Ihr Modell nicht unmittelbar unterstützt wird, sollten Sie versuchen, in der langen Liste der Druckertreiber einen Treiber zu finden, der zu Ihrem Drucker kompatibel ist. Damit gelingt zumeist ein Ausdruck, wenn auch nicht immer alle Funktionen optimal genutzt werden können. Tipps zur Konfiguration einiger spezieller Drucker finden Sie hier:

<https://wiki.ubuntuusers.de/Drucker>

Wenn Sie damit keinen Erfolg haben, hilft mitunter der kommerzielle Druckertreiber TurboPrint weiter, der für ca. 30 EUR auf der folgenden Webseite angeboten wird:

<http://www.turboprint.de>

## 4.11 Grafiksystem

Zusammen mit Ubuntu wird automatisch eine Menge Open-Source-Treiber installiert. Nahezu alle gängigen Grafikkarten funktionieren damit auf Anhieb. Allerdings bleiben je nach Grafikkarte diverse Zusatzfunktionen ungenutzt, z. B. schnelle 3D-Grafik oder diverse Energiesparfunktionen.

Falls Sie eine neue Grafikkarte von NVIDIA nutzen, kommen Sie nur durch die Installation eines Nicht-Open-Source-Treibers in den Genuss dieser Zusatzfunktionen. Diese Treiber sind kostenlos als Ubuntu-Paket verfügbar, werden aber aus Lizenzgründen nicht standardmäßig installiert.

Die Installation ist dennoch einfach: In der Aktivitätenansicht starten Sie das Modul ANWENDUNGEN & AKTUALISIERUNGEN und wählen dort das Dialogblatt ZUSÄTZLICHE TREIBER. Dort werden alle Grafikkarten und andere Hardware-Komponenten aufgelistet, für die es Nicht-Open-Source-Treiber gibt. Hintergründe zum Wesen eingeschränkter Treiber folgen im Abschnitt [Proprietäre Hardware-Treiber](#). Ein paar Mausklicks reichen nun aus, um den Treiber herunterzuladen und zu installieren. Der Treiber wird mit einem Neustart des Grafiksystems bzw. des gesamten Rechners aktiv.

Wenn Sie sich unsicher sind, welches Grafiksystem auf Ihrem Rechner zum Einsatz kommt, öffnen Sie das Modul INFORMATIONEN • INFO der Systemeinstellungen. Es zeigt an, welche CPU und welches Grafiksystem Ihr Rechner verwendet.



**Abbildung 4.23:** Im Testrechner befindet sich eine i5-CPU und eine Grafikkarte mit einem AMD-Chip

Welche Treiber das Grafiksystem nutzt, geht aus der Logging-Datei des X-Window-Systems hervor, die in der aktuellen Ubuntu-Version nicht mehr in `/var/log`, sondern im Heimatverzeichnis gespeichert wird:

```
grep drivers .local/share/xorg/Xorg.0.log
  Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/radeon_drv.so
  Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/ati_drv.so
  Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/modesetting_drv.so
  Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/fbdev_drv.so
  Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/vesa_drv.so```
```

## Aktuellere Treiber installieren

Die mit Ubuntu mitgelieferten Treiber funktionieren in der Regel stabil. Nur wenn Sie mit diesen Treibern Probleme haben und schon über ein solides Linux-Wissen verfügen, sollten Sie in Erwägung ziehen, neuere Treiberversionen zu testen. Sie finden die Treiber in einer inoffiziellen Paketquelle (einem *Private Package Archive*, kurz PPA), das Sie wie folgt nutzen können:

```
sudo add-apt-repository ppa:oibaf/graphics-drivers
sudo apt update
sudo apt dist-upgrade
sudo reboot
```

Weitere Details zur Nutzung dieser Treiber sind hier dokumentiert:

<https://launchpad.net/~oibaf/+archive/ubuntu/graphics-drivers>

Um gegebenenfalls zurück zu den von Ubuntu empfohlenen Treibern zu wechseln, führen Sie diese Kommandos aus:

```
sudo apt-get install ppa-purge
sudo ppa-purge ppa:oibaf/graphics-drivers
sudo reboot
```

## Arbeiten mit zwei Bildschirmen

Wenn Sie Ihr Notebook an einen externen Monitor oder an einen Beamer anschließen bzw. wenn Sie Ihren Desktop-Rechner mit zwei Monitoren nutzen, starten Sie zur Konfiguration des Grafiksystems das Modul GERÄTE • ANZEIGERGERÄTE aus den Systemeinstellungen. Damit können Sie die relative Anordnung der Bildschirme zueinander festlegen. Das Dock und das Panel werden nur auf dem PRIMÄREN BILDSCHIRM angezeigt.

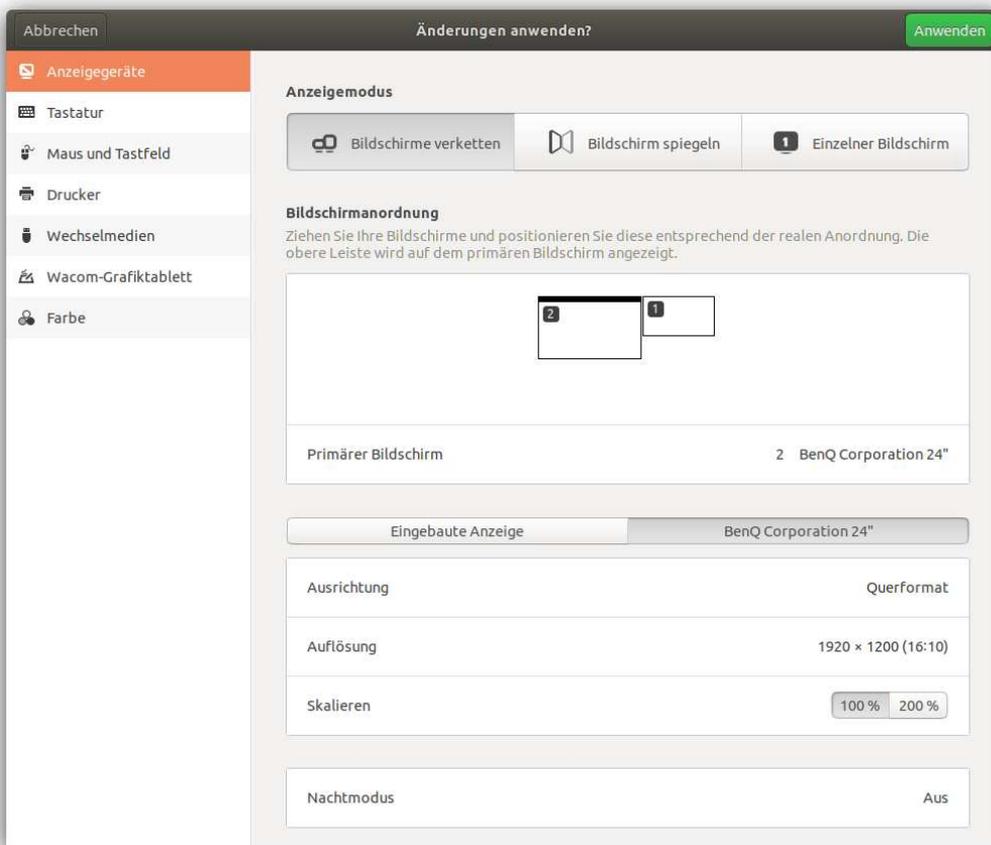


Abbildung 4.24: Konfiguration mehrerer Monitore

## Nachtmodus

Wenn Sie in der Konfiguration der Anzeigegeräte den NACHTMODUS aktivieren, wird nach Sonnenuntergang der Blauanteil reduziert. Das macht das Monitorbild augenfreundlicher.

## 4k-Monitore, HiDPI- und Retina-Bildschirme

In den letzten Jahren sind hochauflösende Bildschirme nicht nur auf Smartphones üblich geworden, wo Apple den Marketing-Begriff »Retina« prägte, sondern auch bei Notebooks sowie bei externen Monitoren (Stichwort »4k-Monitor«, weil die horizontale Auflösung rund 4000 Pixel beträgt). Das gleichsam offizielle Attribut zur Bezeichnung derartiger Displays lautet »HiDPI« (*High Dots Per Inch*, also besonders viele Pixel pro Inch).

Grundsätzlich funktioniert die Verwendung von hochauflösenden Displays unter Ubuntu gut. Anfänglich sind allerdings alle Schriften und Symbole winzig klein. Zwar ist es faszinierend, wie viel Platz plötzlich auf dem Desktop bleibt, aber was nützt das, wenn das Lesen von Menüs, Dialogen und Webseiten nur mit einer Lupe gelingt (siehe Abbildung 4.25)?

Glücklicherweise bietet das Modul GERÄTE • ANZEIGEGERÄTE der Systemeinstellungen die Möglichkeit, einen Skalierungsfaktor einzustellen. Zur Wahl stehen dort allerdings nur die Faktoren 100%, 200%, 300% und 400%.

Den Genuss trüben leider diverse Programme, die den Skalierungsfaktor nicht oder nur teilweise berücksichtigen. Zu den Problemerkandidaten zählen z. B. Dropbox, Gimp oder VLC. In diesen Programmen werden Symbolleisten oder Dialoge viel zu klein abgebildet.

Für Gimp gibt es immerhin eine Teillösung: Dazu suchen Sie in der Datei `/usr/share/gimp/2.0/themes/Default/gtkrc` nach der Zeile `GIMPToolbox::tool-icon-size = button`, und ändern `button` in `dialog` (sehr groß) oder `dnd` (groß). Nun werden zumindest die Icons der Toolbox korrekt angezeigt. Es verbleiben dann immer noch diverse kleine Icons in anderen Dialogen, aber im Großen und Ganzen kann man so gut arbeiten.

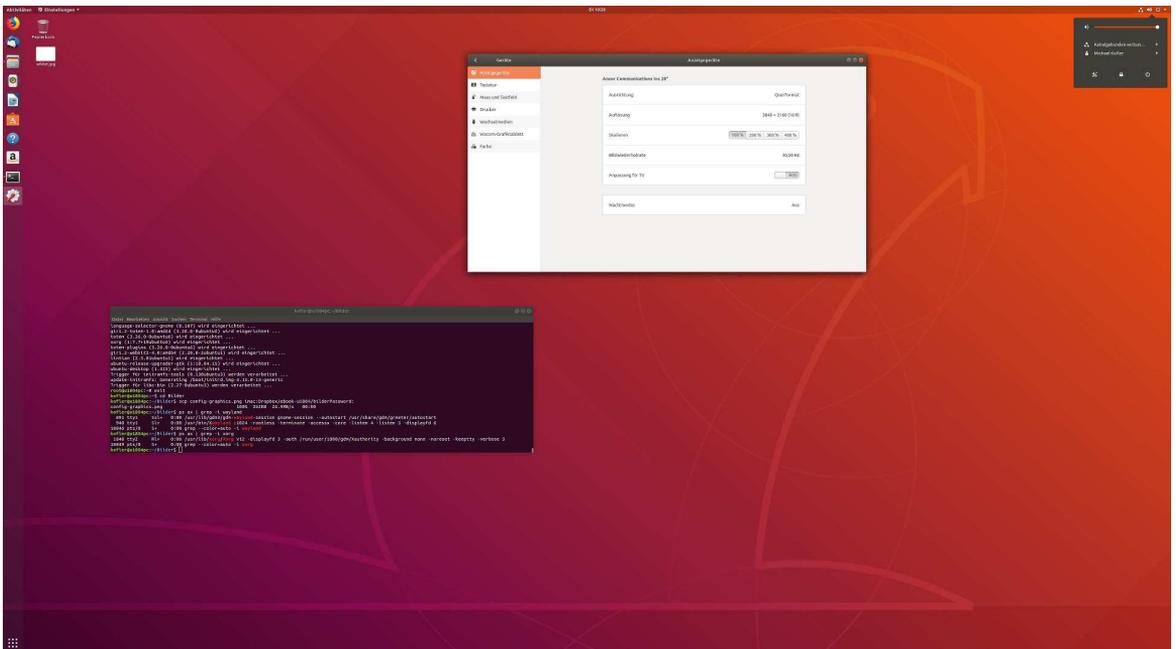


Abbildung 4.25: Der Ubuntu-Desktop auf einem 4k-Monitor mit dem Skalierungsfaktor 1

## Frei wählbare Skalierung

In der Praxis wäre oft ein Skalierungsfaktor zwischen 100% und 200% wünschenswert: Während der Wert 100% bei HiDPI-Bildschirmen zu klein ist, führt 200% oft zu einer viel zu großen Darstellung. Die Gnome-Entwickler arbeiten an einer freien Skalierung, aktuell ist aber leider keine diesbezügliche Lösung in Sicht.

Es gibt aber einen Hack, der zumindest in manchen Fällen ein akzeptables Arbeiten ermöglicht: Dazu setzen Sie im Modul ANZEIGEGERÄTE den Skalierungsfaktor auf 100% zurück. Nun starten Sie das Programm *Optimierungen* (Gnome Tweaks) und stellen im Dialogblatt SCHRIFTEN einen Skalierungsfaktor ein. Dieser Faktor ist frei wählbar, z. B. 1,5 für eine eineinhalbfache Vergrößerung. Er gilt allerdings nur für Schriften, nicht für Icons, Fensterbuttons und andere Oberflächenelemente.

## 4.12 Proprietäre Hardware-Treiber

Generell besteht Ubuntu fast ausschließlich aus Open-Source-Software (OSS). Es gibt allerdings einige Ausnahmen: Für manche populären Hardware-Komponenten, insbesondere für Grafikkarten sowie für neue WLAN- und Netzwerkadapter, existieren keine bzw. funktionell stark eingeschränkte Open-Source-Treiber. Das liegt in der Regel daran, dass einzelne Hardware-Firmen die Zusammenarbeit mit den Open-Source-Entwicklern verweigern oder starken Restriktionen unterwerfen.

Immerhin bieten einige Firmen kostenlose Treiber oder Firmware-Dateien an. Vielleicht fragen Sie sich jetzt, worin dann das Problem bestehe. Es gibt gleich mehrere Gründe, warum sich die Linux-Gemeinde gegen derartige Treiber wehrt, obwohl sie kostenlos sind:

- Die meisten Treiber erfordern einen direkten Eingriff in den Kernelcode bzw. eine Erweiterung des Kernelcodes. Viele Linux-Entwickler haben Zweifel daran, dass diese Vorgehensweise mit der Open-Source-Lizenz des Kernels (der GPL) vereinbar ist, und dulden sie nur widerwillig. Zudem bezeichnen sie einen Kernel als *tainted* (makelbehaftet), sobald ein Nicht-GPL-Treiber geladen wird, und verweigern in diesem Fall jegliche Unterstützung bei Stabilitätsproblemen.
- Bei jedem Kernel-Update müssen auch die Treiber aktualisiert werden. In der Vergangenheit hat das wiederholt zu Problemen geführt.
- Der Code der Treiber ist oft nur wenigen Entwicklern der jeweiligen Hardware-Firma vertraut. Aus diesem Grund haben die Treiber oft eine wesentlich schlechtere Qualität als der Kernel und stellen mitunter sogar ein Sicherheitsproblem dar.
- Die Hardware-Unterstützung hängt allein vom Wohlwollen der Hardware-Hersteller ab. Vielfach werden nur wenige Jahre alte Produkte nicht mehr unterstützt.
- Aufgrund von Lizenzproblemen ist es unmöglich, die Treiber direkt auf dem ISO-Image auszuliefern. Die Treiber müssen also aus dem Internet heruntergeladen werden. (Immerhin bemüht sich Ubuntu, diesen Prozess für die Anwender möglichst einfach zu gestalten.)
- Herstellertreiber stehen dem Ziel eines wirklich freien Betriebssystems entgegen.

Kurz und gut, Nicht-Open-Source-Treiber sind ein Ärgernis. Wenn es irgendwie möglich ist, sollten Sie bereits beim Kauf von Hardware-Komponenten darauf achten, dass es geeignete Open-Source-Treiber gibt. Wenn es dafür schon zu spät ist, müssen Sie sich mit Nicht-Open-Source-Treibern aber wohl oder übel abfinden. Im Vergleich zu anderen Distributionen hat sich Ubuntu relativ gut mit Nicht-Open-Source-Treibern arrangiert und macht deren Installation sehr komfortabel.

Bei der Installation oder späteren Deaktivierung proprietärer Hardware-Treiber hilft das Programm ANWENDUNGEN & AKTUALISIERUNG. Dessen Dialogblatt ZUSÄTZLICHE TREIBER listet auf, welche proprietären Treiber für Ihren Rechner geeignet sind und welche Treiber momentan aktiv sind. (In der folgenden Abbildung betrifft dies nur Treiber für das Virtualisierungssystem.)

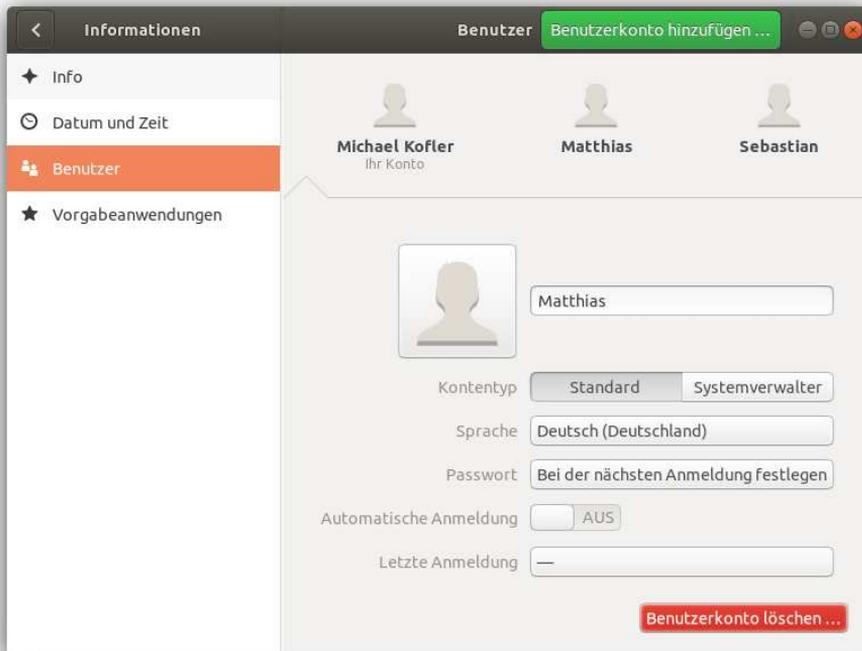


Abbildung 4.26: Verwaltung proprietärer Treiber

## 4.13 Benutzerverwaltung

Nach einer gewöhnlichen Installation ist unter Ubuntu nur ein einziger Benutzer eingerichtet. Beim Login geben Sie Ihr Passwort an und können dann arbeiten. Ubuntu ist aber selbstverständlich in der Lage, mehrere Benutzer zu verwalten.

Um einen neuen Benutzer einzurichten, führen Sie das Systemeinstellungsmodul **BENUTZERKONTEN** aus. Das Modul läuft vorerst in einem Modus, der nur Veränderungen am eigenen Account zulässt. Sie können darin Ihr Symbolbild neu einstellen, Ihren Namen ändern, die gewünschte Sprache einstellen und Ihr Passwort ändern. Nicht empfehlenswert ist die **AUTOMATISCHE ANMELDUNG**: Damit ersparen Sie sich zwar den Login beim Hochfahren Ihres Rechners, gehen aber ein erhebliches Sicherheitsrisiko ein.



**Abbildung 4.27:** Benutzerverwaltung

Für alle anderen Konfigurationsarbeiten müssen Sie das Modul zuerst mit Ihrem Passwort **ENTSPERREN**. Um einen neuen Benutzer anzulegen, klicken Sie auf den Button

BENUTZERKONTO HINZUFÜGEN und geben den vollen Namen und den Accountnamen an. Der Accountname darf keine Leer- oder Sonderzeichen enthalten. Der Name wird für den Ort des Benutzerverzeichnisses verwendet (also /home/benutzername).

Außerdem müssen Sie den Kontentyp des Benutzers einstellen: STANDARD (also ohne Administrationsrechte) oder SYSTEMVERWALTER (darf nach der Eingabe seines Passworts Systemeinstellungen verändern). Das Passwort können Sie optional vorgeben. Tun Sie dies nicht, kann der Benutzer sein Passwort beim ersten Login selbst frei wählen.

# 5 Anwendungsprogramme

In diesem Kapitel stelle ich Ihnen im Schnelldurchlauf einige wichtige Anwendungsprogramme für Ubuntu vor. Dabei gehe ich auch auf die Installation einiger kommerzieller Programme ein, die die Kommunikation bzw. den Datenaustausch über die Grenzen von Linux hinaus erleichtern.

Die folgende Liste gibt vorweg eine Orientierungshilfe über die wichtigsten Programme, deren Namen Windows-Umsteigern teilweise nicht vertraut sein werden:

- Firefox (Web-Browser)
- Google Chrome (Web-Browser)
- Thunderbird (funktionsreicher E-Mail, Kontakte, Termine)
- Geary (einfacher E-Mail-Client)
- Termine, Kontakte und Online-Konten
- Skype (Internet-Telefonie)
- Dropbox (Dateisynchronisation)
- Shotwell (Fotoverwaltung)
- Gimp (Bildbearbeitung)
- Rhythmbox (Audio-Player)
- Spotify (kommerzieller Musik-Streaming-Player)
- Totem und VLC (Video-Player)
- LibreOffice (Office-Paket)
- VirtualBox (Virtualisierung)
- Atom (Editor für Entwickler)

Ich gehe in diesem Kapitel davon aus, dass Sie das Paket `ubuntu-restricted-extras` installiert haben. Sollte das noch nicht der Fall sein, führen Sie in einem Terminalfenster das folgende Kommando aus:

```
sudo apt install ubuntu-restricted-extras
```

Damit stehen Ihnen diverse Bibliotheken zum Abspielen der wichtigsten Audio- und Video-Formate zur Verfügung.

## 5.1 Firefox

Der Webbrowser Firefox ist auch Linux-Einsteigern meist bekannt. Ich muss Ihnen hier sicher nicht erklären, wie Sie einen Webbrowser bedienen. Deswegen beschreibe ich hier lediglich einige Firefox- bzw. Ubuntu-spezifische Besonderheiten.

### Updates

Unter Ubuntu 18.04 ist anfänglich die Firefox-Version 59 installiert. Neue Firefox-Versionen werden im Rahmen der Aktualisierungsverwaltung von Ubuntu zur Verfügung gestellt. Anders als unter Windows ist für die Updates also nicht Firefox selbst verantwortlich, sondern die Ubuntu-Paketverwaltung.

Geeignete Ubuntu-Updates stehen in der Regel wenige Tage nach der Fertigstellung einer neuen Firefox-Version zur Verfügung. Ubuntu weist Sie automatisch auf neue Updates hin. Sie können die Aktualisierungsverwaltung auch jederzeit mit Windows aktualisierung starten.

### Synchronisation der Lesezeichen

Ein Lesezeichen für die gerade aktuelle Seite speichern Sie am einfachsten, indem Sie Strg + D drücken oder den Stern am rechten Rand der Adresszeile anklicken. Neue Lesezeichen werden im Verzeichnis UNSORTIERTE LESEZEICHEN gespeichert. Von

dort können Sie die Lesezeichen wahlweise in die Lesezeichensymbolleiste oder im Lesezeichen-Menü verschieben. Das Lesezeichen-Menü können Sie mit **Strg** + **B** auch als Seitenleiste einblenden.

Wenn Sie parallel auf mehreren Computern oder mobilen Geräten arbeiten oder wechselseitig Windows und Ubuntu nutzen, ist es zweckmäßig, die Lesezeichen zwischen allen Firefox-Installationen zu synchronisieren. Für diesen Zweck bietet sich die in Firefox integrierte Sync-Funktion an, die neben den Bookmarks auch gleich Passwörter, Add-ons, Einstellungen und Tabs synchronisiert.

Die Bookmarks und alle anderen Daten werden dabei verschlüsselt übertragen und gespeichert. Zur ersten Nutzung müssen Sie ein Firefox-Konto einrichten.

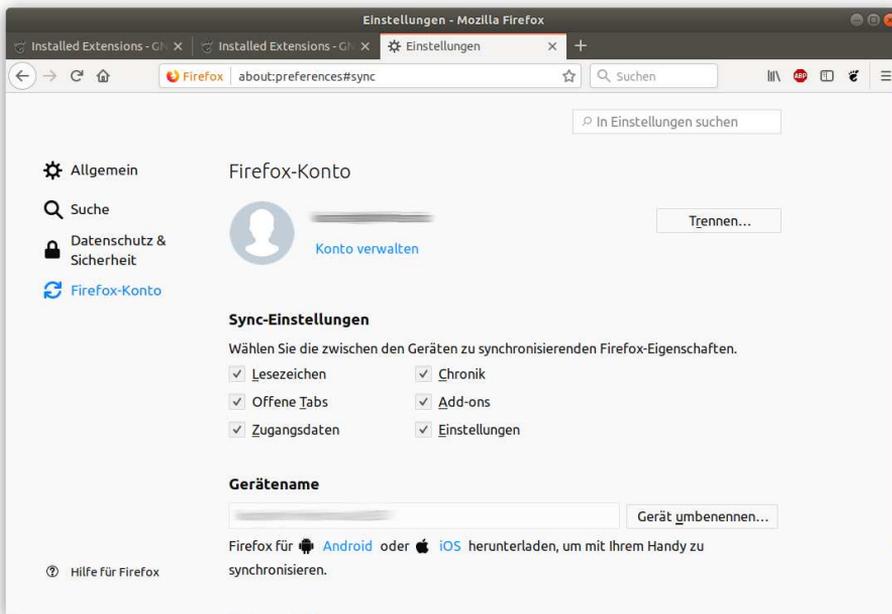


Abbildung 5.1: Firefox-Sync-Einstellungen

## Adobe Flash-Plugin

Das von unzähligen Sicherheitsproblemen heimgesuchte Flash-Plugin von Firefox kommt zum Glück endlich aus der Mode. Dennoch gibt es immer noch Webseiten, die Flash voraussetzen. Nur wenn Sie Flash unbedingt benötigen, öffnen Sie ein Terminalfenster und führen das folgende Kommando aus:

```
sudo apt install flashplugin-installer
```

Nach einem Neustart von Firefox können Sie die Installation auf der folgenden Seite überprüfen:

<https://get.adobe.com/de/flashplayer/about>

Beachten Sie, dass Sie den vom Flash-Plugin verwalteten Bereich der Webseite anklicken müssen. Aus Sicherheitsgründen werden Plugins nicht automatisch ausgeführt.

## Versteckte Konfigurationseinstellungen

Die wichtigsten Konfigurationseinstellungen ändern Sie komfortabel, in dem Sie die Konfigurationsdialoge mit dem Menükommando **EINSTELLUNGEN** öffnen. Daneben gibt es unzählige weitere Optionen, die seltener benötigt werden. Eine alphabetische Liste dieser Optionen sowie deren aktuelle Einstellungen erhalten Sie, wenn Sie als Adresse `about:config` eingeben und dann  drücken. Mit dem Textfeld **FILTER** können Sie die Optionsliste auf alle Einträge reduzieren, die den angegebenen Suchtext enthalten. Um eine Option zu verändern, führen Sie einen Doppelklick aus.

Dazu gleich ein Beispiel: Firefox enthält eine ausgesprochen nützliche Funktion, mit der Sie in Textform (also nicht als Links) angegebene Webadressen besonders schnell öffnen können. Dazu markieren Sie die Webadresse mit der Maus. Anschließend reicht ein einfacher Klick mit der mittleren Maustaste, um die in der Zwischenablage enthaltene Adresse direkt zu öffnen. Standardmäßig ist diese Funktion aber deaktiviert. Zur Aktivierung geben Sie als Adresse `about:config` ein und suchen dann nach der Option `middlemouse.contentLoadURL`. Durch einen Doppelklick stellen Sie diese Option von *false* auf *true*.

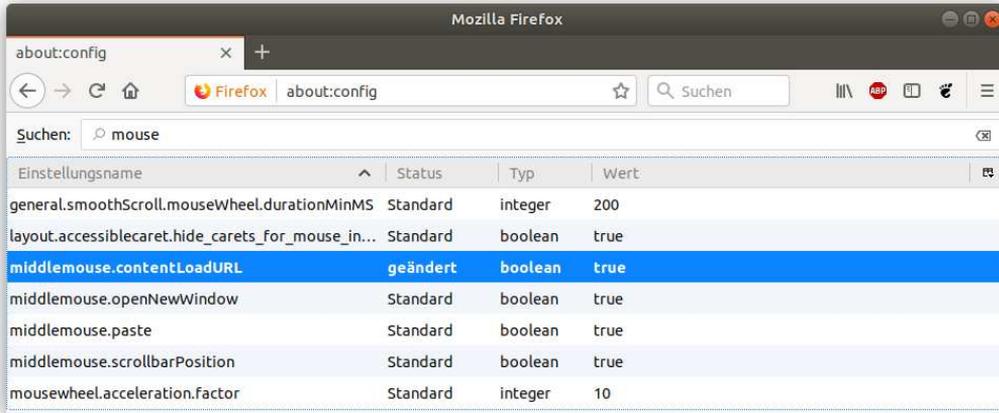


Abbildung 5.2: Firefox kennt unzählige verborgene Konfigurationseinstellungen.

## 5.2 Google Chrome

Der von Google entwickelte Webbrowser Chrome ist die interessanteste Alternative zu Firefox entwickelt. Vor allem die sehr schnelle Behebung von Sicherheitsproblemen machen Chrome zu dem derzeit wohl sichersten Webbrowser. Komfortabel ist auch die Integration der gerade aktuellsten Version von Adobe Flash sowie eines PDF-Viewers – das erspart die Installation zusätzlicher Plugins.

### Google Chrome versus Chromium

Google Chrome ist zwar kostenlos, die Binärpakete stehen aber nicht unter einer Open-Source-Lizenz zur Verfügung! Wenn Sie auf reinen Open-Source-Code Wert legen, müssen Sie statt Google Chrome dessen Open-Source-Basis Chromium installieren. Chromium steht als Ubuntu-Paket zur Verfügung (Paketname chromium-browser) und kann mühelos im Programm *Software* installiert werden.

Es gibt nur wenige Unterschiede zwischen Google Chrome und Chromium: Neben dem Google-Logo müssen Sie auf die Integration der Flash- und PDF-Plugins verzichten.

Der größte Nachteil von Chromium ist zweifellos die fehlende Update-Funktion: Während Google Chrome Updates aus einer von Google selbst gewarteten Paketquelle bezieht,

sind Sie bei Chromium auf Updates in den Ubuntu-Paketquellen angewiesen. In der Vergangenheit hat es dabei Probleme gegeben. Chromium befindet sich in der von der Community getragenen Universe-Paketquelle; Canonicals fünfjährige Update-Garantie gilt somit *nicht* für Chromium!

## Installation

Zur Installation von Google Chrome besuchen Sie die folgende Webseite und laden das 32- oder das 64-Bit-Debian-Paket herunter – je nachdem, welche Ubuntu-Variante Sie installiert haben. Sobald der Download abgeschlossen ist, wird die Installation durch das Programm *Software* automatisch gestartet.

<https://www.google.com/chrome>

Während der Installation werden eine Paketquelle in der Datei `/etc/apt/sources.list.d/google-chrome.list` sowie das Update-Script `/etc/cron.daily/google-chrome` eingerichtet. Das Script kümmert sich darum, dass neue Google-Chrome-Versionen unabhängig von Ubuntu's Aktualisierungsverwaltung immer automatisch installiert werden.

## Synchronisierung

Sie starten Google Chrome mit `chrome`. Beim ersten Start bietet Ihnen Chrome die Möglichkeit, den Webbrowser mit Ihrem Google-Konto zu verbinden. Damit können Sie Lesezeichen, Passwörter und andere Einstellungen unkompliziert zwischen mehreren Geräten synchronisieren. Sie können die Verknüpfung zum Google-Konto auch jederzeit später in den EINSTELLUNGEN durchführen.

Wenn Sie vermeiden möchten, dass Google Zugriff auf alle zu synchronisierenden Daten hat, sollten Sie diese in den ERWEITERTEN SYNCHRONISIERUNGSEINSTELLUNGEN ein eigenes Passwort angeben (eine »Synchronisierungspassphrase«).

## 5.3 Thunderbird

Ubuntu sieht das Programm Thunderbird als Standard-E-Mail-Client vor. Thunderbird ist wie Firefox aus dem Mozilla-Projekt hervorgegangen. Das Programm steht auch unter Windows und macOS zur Verfügung und vereinfacht deswegen die Übertragung eines E-Mail-Archivs zwischen verschiedenen Betriebssystemen erheblich.

Der vielleicht größte Nachteil des Programms ist die unübersehbare Fülle von Optionen und Konfigurationseinstellungen. Wer viel über E-Mails kommuniziert und mehrere E-Mail-Konten zentral verwalten möchte, kann Thunderbird sehr weitreichend nach seinen eigenen Vorstellungen optimieren. Wer hingegen einen simplen E-Mail-Client sucht, der ist mit Thunderbird oft überfordert.

### Tipp

Wenn Sie auf der Suche nach einem einfachen E-Mail-Client sind, sollten Sie das Programm *Geary* ausprobieren (siehe den [folgenden Abschnitt](#)).

### E-Mail-Konto einrichten

Beim ersten Start erscheint automatisch der Konten-Assistent, der Ihnen die Einrichtung eines neuen E-Mail-Kontos anbietet. Im Regelfall werden Sie diesen Schritt überspringen und sich stattdessen für die Option `MEINE EXISTIERENDE E-MAIL-ADRESSE VERWENDEN` entscheiden.

Im Folgenden müssen Sie in der Regel nur drei Informationen angeben: Ihren Namen, Ihre E-Mail-Adresse und das Passwort für den E-Mail-Zugang. Thunderbird versucht die restlichen Parameter selbst zu erraten, was in vielen auch Fällen gelingt. Falls Ihr E-Mail-Server sowohl POP als auch IMAP unterstützt, entscheidet sich Thunderbird für IMAP. Bei diesem Protokoll bleiben die E-Mails auf dem E-Mail-Server. Das ist dann praktisch, wenn Sie von verschiedenen Rechnern aus auf Ihre E-Mails zugreifen möchten.

Oft können Sie die von Thunderbird gewählte Konfiguration unverändert übernehmen. Andernfalls führt `MANUELLE KONFIGURATION` in einen Dialog, in dem Sie diverse Server-Einstellungen ändern können.



**Abbildung 5.3:** Detailkonfiguration eines E-Mail-Kontos

Noch mehr Einstellmöglichkeiten bietet der Button **ERWEITERTE EINSTELLUNGEN** vornehmen. Dieser Button beendet den Assistenten und führt in einen relativ komplexen Dialog zur Einstellung sämtlicher E-Mail-Konten und -Parameter. Bei Bedarf können Sie mit **EINSTELLUNGEN • KONTEN-EINSTELLUNGEN** später unzählige weitere Optionen ändern und weitere Konten hinzufügen.

### Vorsicht

Das E-Mail-Protokoll (POP oder IMAP) kann nachträglich nicht mehr verändert werden kann. Sie müssen gegebenenfalls den E-Mail-Account in Thunderbird entfernen und neu anlegen.

### Sonstige Konfigurationstipps

Um Platz zu sparen, zeigt Thunderbird keine Menüleiste an. Das Menü ist hinter einem Button mit drei horizontalen Linien rechts oben im Fenster versteckt. Wenn Sie ein traditionelles Menü vorziehen, aktivieren Sie im Seitenmenü die Option **EINSTELLUNGEN • MENÜLEISTE** aus.

Standardmäßig sind alle Buttons in den Symbolleisten beschriftet. Das sieht unübersichtlich aus und beansprucht eine Menge Platz.. Abhilfe: In der zentralen Symbolleiste führen

Sie im Kontextmenü ANPASSEN aus und wählen dann im Konfigurationsdialog die Einstellung ANZEIGEN = SYMBOLE. In der Nachrichtensymbolleiste gehen Sie ebenso vor.

Beim Verfassen neuer E-Mails verwendet Thunderbird automatisch das HTML-Format. Dieses Format bietet zwar viele Formatierungsmöglichkeiten, ist in technisch versierten Kreisen aber nicht beliebt. Wenn Sie E-Mails als reine Text-Mails verfassen möchten, drücken Sie die -Taste, während Sie den Button VERFASSEN oder ANTWORTEN anklicken. Wenn Sie wie viele fortgeschrittene Benutzer ausschließlich reine Text-Mails erstellen möchten, stellen Sie die HTML-Mail-Funktion ganz ab: Deaktivieren Sie im Konfigurationsdialog EINSTELLUNGEN • KONTEN-EINSTELLUNGEN • KONTONAME • VERFASSEN & ADRESSIEREN die Option NACHRICHTEN IM HTML-FORMAT VERFASSEN.

## E-Mails lesen, verfassen und bearbeiten

Neue E-Mails werden im Ordner *Posteingang* gesammelt. Wenn Sie mehrere Konten eingerichtet haben, können Sie den Posteingang aller Konten zusammenfassen. Dazu führen Sie ANSICHT • ORDNER • GRUPPIERT aus. Das Menü ORDNER bietet noch mehr Auswahlmöglichkeiten. Beispielsweise zeigt FAVORITEN nur die Ordner an, die zuvor in einer anderen Ansicht per Kontextmenü als Favoriten gekennzeichnet wurden.

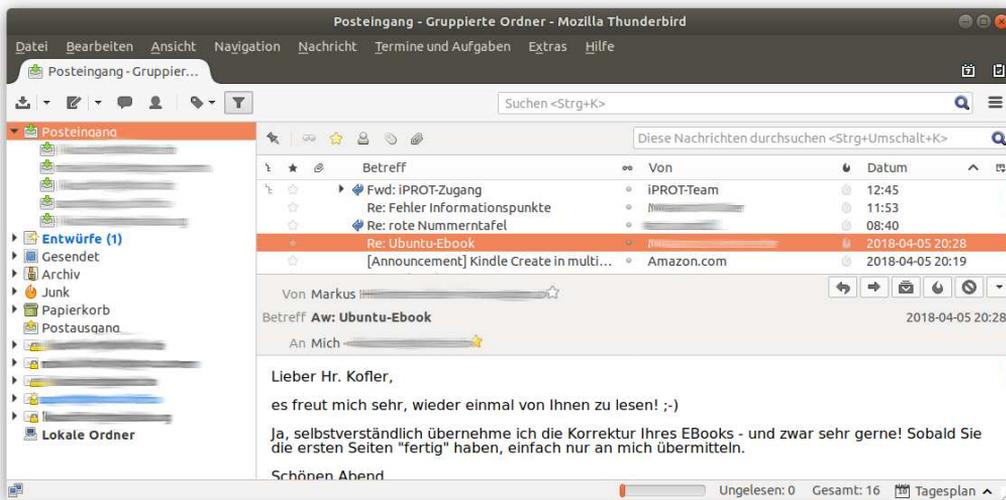


Abbildung 5.4: Thunderbird

Der Posteingang wird nach ein paar Tagen unübersichtlich. Deswegen sollten Sie E-Mails, die Sie nicht löschen möchten, in eigenen Ordnern archivieren. Am einfachsten drücken Sie dazu **A**. Thunderbird verschiebt die Nachricht dann in einen Ordner, dessen Name sich aus dem Kontonamen, *archiv* und der aktuellen Jahreszahl ergibt (also z. B. *konto-name / archiv / 2018*).

Alternativ können Sie natürlich selbst eigene Unterordner anlegen und E-Mails per Drag&Drop dorthin verschieben. Passen Sie aber auf, wo Sie die Unterordner erzeugen: Wenn Sie mit IMAP arbeiten und beabsichtigen, die E-Mail in einem neuen Ordner des Mail-Servers zu archivieren, müssen Sie den Ordner dort erzeugen, nicht als lokaler Ordner!

## E-Mails suchen

Thunderbird bietet drei Möglichkeiten, um nach E-Mails zu suchen:

- **Globale Suche:** Um eine Suche in *allen* E-Mail-Ordnern durchzuführen, geben Sie die Suchbegriffe im Textfeld rechts oben im Thunderbird-Fenster ein (**Strg**+**K**). Nach wenigen Sekunden zeigt Thunderbird in einem Dialogblatt alle Suchergebnisse an. Sie können nun die Suchergebnisse einschränken und nur die E-Mails aus einer bestimmten Zeit, von oder an bestimmte Personen, aus einem bestimmten Ordner etc. anzeigen.
- **Schnellfilter:** Hier geben Sie die Suchbegriffe im Eingabefeld LISTE FILTERN (**Strg**+**⇧**+**K**) ein. Thunderbird reduziert nun die Liste der E-Mails im gerade aktuellen Ordner auf alle E-Mails, die die Suchbegriffe im Absender-, Empfänger- oder Betreff-Feld enthalten. Optional können Sie die Suche auch auf den Nachrichteninhalt ausweiten.
- **Virtuelle Ordner:** Mit DATEI • NEU • VIRTUELLER ORDNER können Sie Suchkriterien formulieren. Diese Kriterien werden als virtueller Ordner gespeichert. Immer, wenn Sie diesen Ordner auswählen, werden darin alle E-Mails angezeigt, die den Suchkriterien entsprechen.

## Adressbuch

In das Adressbuchfenster gelangen Sie mit `[Strg] + [A] + [B]` bzw. mit dem Adressbuch-Button. Im Adressbuchfenster können Sie mehrere Adresslisten verwalten. Standardmäßig sind zwei Listen vorgesehen: *Persönliches Adressbuch* und *Gesammelte Adressen*. Wenn Sie möchten, speichert Thunderbird automatisch alle Adressen, an die Sie E-Mails senden, in einem Adressbuch. Die entsprechende Option finden Sie im Dialogblatt **EINSTELLUNGEN • VERFASSEN • ADRESSIEREN**.

Um E-Mail-Adressen manuell zu speichern, reicht ein einfacher Mausklick auf den Stern, der neben jeder E-Mail-Adresse in der Nachrichtenansicht angezeigt wird. Bei bereits bekannten Adressen wird dieser Stern gefüllt angezeigt, bei unbekannt Adressen als Kontur. Weitere Kontaktdaten können Sie anschließend im Adressbuchfenster hinzufügen. Mit **EXTRAS • IMPORTIEREN** können Sie zudem bereits vorhandene Adressbuchdateien in den verschiedensten Formaten einlesen.

### Tipp

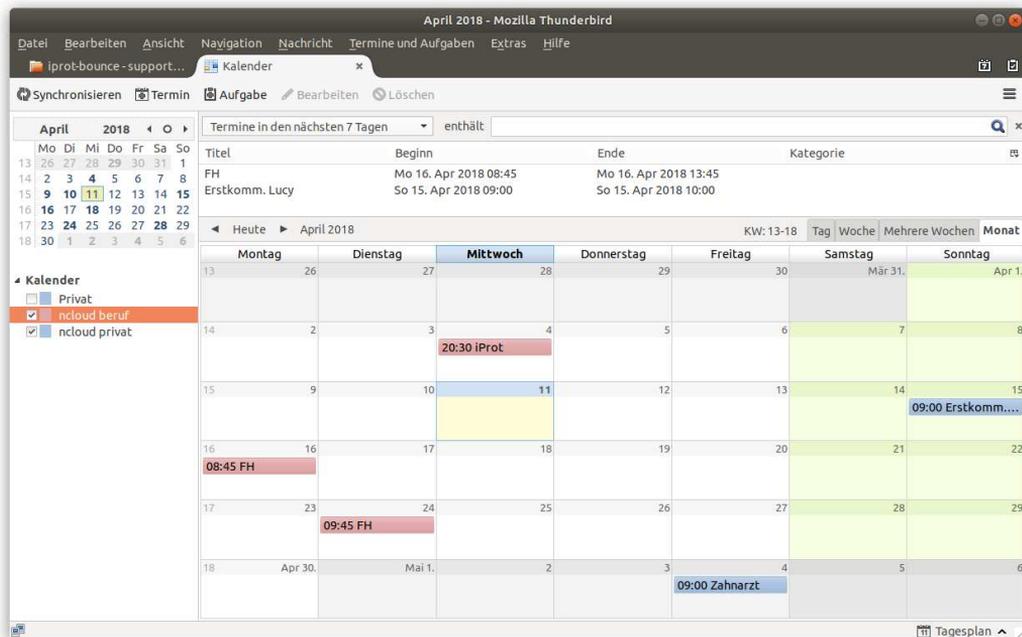
Um das Thunderbird-Adressbuch mit dem Ihres Google-Kontos zu synchronisieren, müssen Sie ein entsprechendes Add-ons installieren.

Leider ist das Thunderbird-Adressbuch für andere Ubuntu-Programme unzugänglich. Auch die minimalistische, listenförmige Darstellung des Adressbuchs löst wenig Begeisterung aus.

## Terminkalender

Der Terminkalender *Lightning* war ehemals ein Add-on, mittlerweile sind die Funktionen eigentlich in Thunderbird integriert: Sie können damit Termine und To-do-Listen verwalten. Falls Sie vorhaben, Termine aus einem Google-Kalender zu übernehmen, müssen Sie das Add-In *Provider for Google Calendar* installieren.

In Thunderbird öffnen Sie mit **ANSICHT • KALENDER • MONAT** die Kalenderansicht und führen dort im Kalenderabschnitt das Kontextmenükommando **NEUER KALENDER** aus. Im Setup-Dialog wählen Sie die Optionen **IM NETZWERK** und den gewünschten Kalendertyp



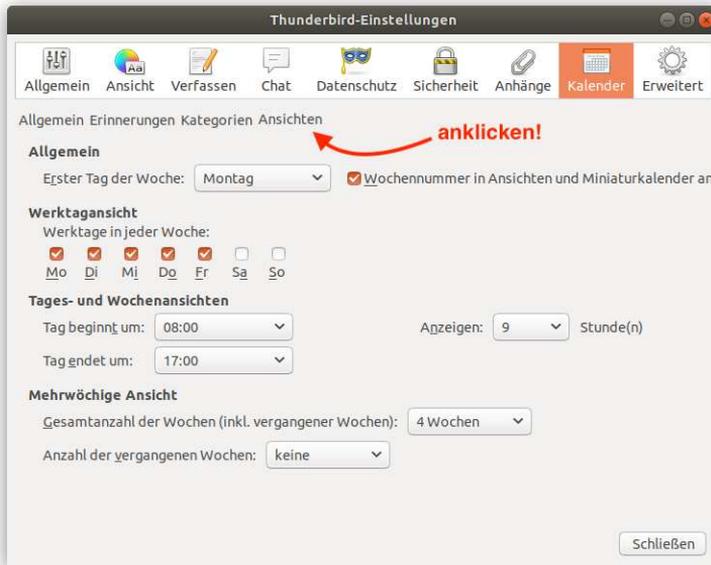
**Abbildung 5.5:** Terminverwaltung in Thunderbird

(für ownCloud oder Nextcloud CALDAV) und schließlich die Kalenderadresse. Wenn Sie ownCloud- oder Nextcloud-Kalender nutzen möchten, finden Sie die richtige Adresse am schnellsten in deren Weboberfläche heraus. Beachten Sie, dass Sie jeden Kalender einzeln einrichten müssen (private/berufliche Termine etc.).

Die Monatsansicht zeigt als ersten Tag der Woche den Sonntag an. Wenn Sie den Montag als Wochenstart vorziehen, öffnen Sie das gut versteckte Dialogblatt **EINSTELLUNGEN • KALENDER • ANSICHTEN**. Dort finden Sie die gewünschten Konfigurationsoptionen.

## Add-ons

Ähnlich wie bei Firefox können auch bei Thunderbird weitere Funktionen in Form von Add-ons hinzugefügt werden. Einen Überblick über verfügbare sowie bereits installierte Erweiterungen gibt der Dialog **EXTRAS • ADD-ONS**. Empfehlenswerte Add-ons für »Power-User« sind z. B.:



**Abbildung 5.6:** Konfiguration der Kalenderdarstellung

- Hide Local Folders: verbirgt die oft ungenutzten lokalen E-Mail-Verzeichnisse
- Identity Chooser: stellt durch Pop-up-Menüs und Farben sicher, dass Sie eine E-Mail nicht versehentlich im falschen Account verfassen oder beantworten
- Manually Sort Folders: ermöglicht es, die Reihenfolge der E-Mail-Verzeichnisse manuell festzulegen
- Quick Folders: zeigt am oberen Fensterrand Ihre wichtigsten Mail-Verzeichnisse an (ähnlich wie Bookmarks in einem Webbrowser)

## Intern

Thunderbird speichert lokal heruntergeladene E-Mails sowie alle Konfigurationseinstellungen im Verzeichnis `.thunderbird/xxxxxxx.default`, wobei `xxxxxxx` eine zufällig generierte Zeichenkette ist. Die E-Mail-Ordner liegen im mbox-Format vor und befinden sich im Unterverzeichnis `Mail`.

Beachten Sie, dass Thunderbird E-Mails normalerweise nicht physikalisch löscht. Die E-Mails werden nur als gelöscht markiert, verbleiben aber im betreffenden Mail-

Verzeichnis. Deswegen beanspruchen die Verzeichnisse für den Posteingang, für Spam-Mails sowie der Papierkorb oft unverhältnismäßig viel Platz. Abhilfe schafft das Kontextmenükommando **KOMPRIMIEREN**, das gelöschte E-Mails endgültig entfernt.

## 5.4 Geary

Thunderbird gilt zwar als Default-E-Mail-Client für Ubuntu, es gibt aber natürlich auch andere Programme. Vom Gnome-Projekt wird *Evolution* empfohlen. Mich hat das Programm aber nicht überzeugen können: Die Oberfläche ist ähnlich überladen wie die von Thunderbird und optisch noch weniger ansprechend. Profis sind daher mit dem viel ausgereifteren Programm Thunderbird besser beraten, Einsteiger genauso überfordert.

Wesentlich interessanter ist das Programm *Geary*, das Sie mit wenigen Klicks in *Ubuntu-Software* installieren können. Bei der Entwicklung von Geary standen eine einfache Bedienung und eine minimalistische Oberfläche im Vordergrund. Leider ist das Programm bis heute nicht restlos ausgereift. Wenn Sie auf der Suche nach einem simplen Mail-Client sind, sollten Sie trotzdem einen Blick auf das Programm werfen – vielleicht reichen die angebotenen Funktionen für Sie aus.

Die erste Hürde ist freilich die Konfiguration des Mail-Accounts. Wenn Sie ein Konto bei Gmail, Yahoo oder Outlook haben, müssen Sie jeweils nur Ihren Namen, die E-Mail-Adresse und das Passwort angeben. Verwenden Sie dagegen einen anderen Provider, werden Sie mit einem riesigen Formular konfrontiert. Dort müssen Sie die Hostnamen des IMAP- und SMTP-Servers angeben, eventuell Portnummern ändern etc. (Das Protokoll POP wird nicht unterstützt.)

Die Oberfläche von Geary ist unkompliziert zu bedienen. Im dreispaltigen Layout kann die erste Spalte, die anfangs deutlich zu schmal angezeigt wird, erst dann breiter gemacht werden, wenn vorher die zweite Spalte weiter nach rechts erweitert wird. Über das Menükommando **EINSTELLUNGEN** (zu finden im Panel-Menü) können Sie auch ein zweiseitiges Layout aktivieren.

Auf fortgeschrittene Funktionen müssen Sie allerdings verzichten. Aus meiner Sicht besonders schmerzhaft ist das Fehlen von Filterregeln zur automatischen Verarbeitung eintreffender E-Mails.



Abbildung 5.7: Konfiguration eines Mail-Accounts in Geary

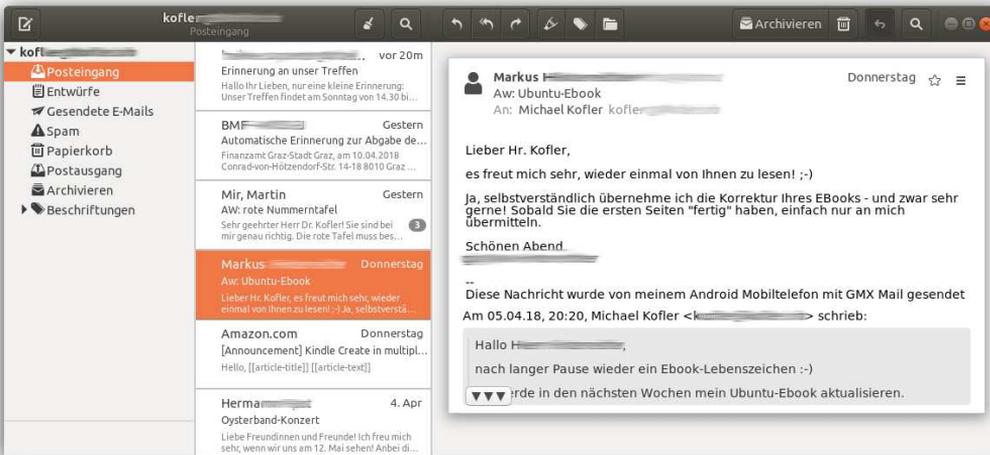


Abbildung 5.8: Geary-Benutzeroberfläche

## Tipp

Der Zugriff auf Gmail-Konten funktioniert nur, wenn Sie in der Gmail-Weboberfläche zuerst die Option **WENIGER SICHERE APPS ZULASSEN** aktivieren.

## 5.5 Termine und Kontakte aus der Cloud nutzen

Vermutlich verwalten Sie auf Ihrem Smartphone ein Adressbuch und einen Terminkalender. Da wäre es natürlich praktisch, wenn Sie auf Ihre Kontakte und Termine auch unter Ubuntu zugreifen könnten. Ob das funktioniert, hängt davon ab, welchem Online-Dienst Sie Ihre Daten anvertrauen. Im Modul **ONLINE-KONTEN** können Sie für eine ganze Palette von Diensten eine Verbindung zum Gnome-Desktop herstellen. (Nicht unterstützt wird leider Apples iCloud.)

Beim Einrichten eines Online-Kontos können Sie zwischen verschiedenen Informationskategorien auswählen: Termine (Kalender), Kontakte, Dokumente und Dateien, Fotos, E-Mail etc. An dieser Stelle konzentriere ich mich auf die ersten beiden Kategorien.

### Kalender

Sind die Online-Konten einmal konfiguriert, zeigt ein Klick auf die Uhrzeit im Panel kommende Termine gleich an. Mehr Möglichkeiten zur Verwaltung der Termine bietet das Programm *Kalender* (siehe Abbildung 5.10).

### Kontakte

Zur Verwaltung von Adressen und Telefonnummern sieht Gnome das Programm *Kontakte* vor, das aber standardmäßig nicht installiert ist. Die Installation in *Ubuntu-Software* verläuft aber vollkommen unkompliziert.

Die Funktionen von *Kontakte* sind ähnlich minimalistisch wie jene von *Kalender*, aber sie reichen aus, um nach Kontakten zu suchen, diese zu ändern oder neue Kontakte einzurichten.

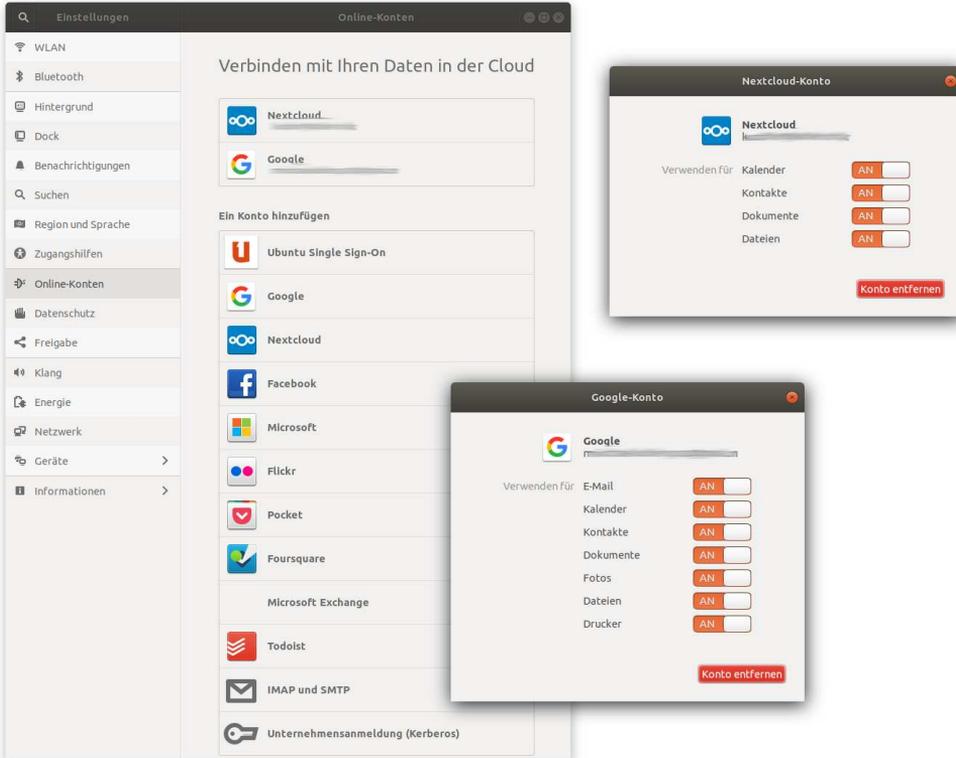


Abbildung 5.9: Konfiguration von Online-Konten

## Synchronisation von Dateien in der Cloud

Falls Ihr Cloud-Provider auch die Synchronisation von Dateien anbietet, können Sie im Modul *Online-Konten* die Option *DATEIEN* aktivieren. Im Dateimanager finden Sie dann unter *ANDERE ORTE* einen neuen Eintrag. Damit können Sie auf das Cloud-Verzeichnis wie auf ein Netzwerkverzeichnis zugreifen.

Je nach Cloud-Dienst ist es aber zumeist besser, einen dezidierten Client für den jeweiligen Dienst zu installieren. Dieses Programm läuft dann unabhängig vom Dateimanager als Hintergrunddienst. In diesem eBook gehe ich nur auf [Dropbox](#) ein. Falls Sie Zugang auf ein ownCloud- oder Nextcloud-Konto haben, finden Sie in *Ubuntu-Software* vergleichbare Clients (siehe den Abschnitt [Nextcloud nutzen](#)).

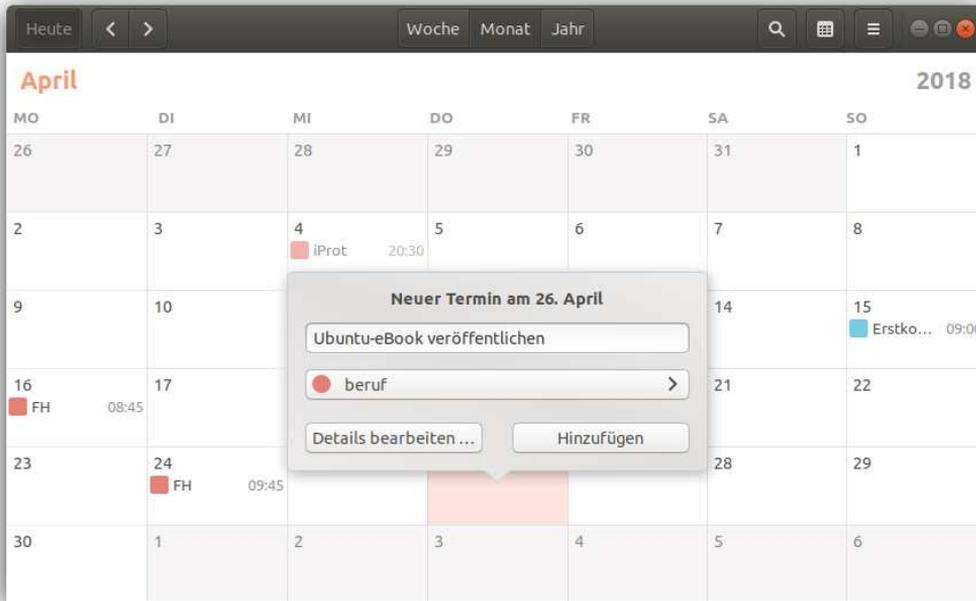


Abbildung 5.10: Terminverwaltung im Programm »Kalender«

## 5.6 Skype

Skype ist ein kommerzielles Programm zur Internet-Telefonie. Seit Microsoft die Firma Skype übernommen und das Produkt mehrfach neu positioniert hat, hat Skype seine Rolle als dominierende und wortbildende Messenger-App zwar verloren; mitunter ist es aber trotzdem der kleinste gemeinsame Nenner, um mit Berufskolleg(inn)en oder verreisten Familienangehörigen ein Video-Telefonat zu führen.

Eine erfreuliche Neuerung in Ubuntu 18.04 besteht darin, dass eine aktuelle Skype-Version im Programm *Ubuntu Software* mit einem einzigen Mausklick installiert werden kann. Das war in der Vergangenheit deutlich umständlicher. Sie können das Programm in der Folge einfach mit `Windows` skype starten.

## 5.7 Dropbox

Dropbox ermöglicht es, das Verzeichnis Dropbox mit einem Online-Speicher zu synchronisieren. Auf diese Weise verfügen Sie nicht nur über ein Backup aller Dateien in diesem Verzeichnis, sondern können diese Dateien zudem unkompliziert über mehrere Rechner, Smartphones, Tablets etc. synchronisieren.

Die Nutzung von Dropbox ist bis zu einem Datenvolumen von 2 GByte kostenlos. Im Vergleich zu anderen Cloud-Angeboten ist das zwar mager; der große Vorteil von Dropbox besteht aber darin, dass der Austausch von Dateien über die Grenzen von Windows und macOS hinweg auch mit Linux ausgezeichnet funktioniert. Ein weiterer Pluspunkt besteht darin, dass der Status der Dropbox-Synchronisation direkt im Dateimanager *Nautilus* angezeigt wird.

Zur Installation öffnen Sie ein Terminal und führen das folgende Kommando aus:

```
sudo apt install nautilus-dropbox
```

Nach der Installation starten Sie das Programm *Dropbox*, folgen den Installationsanweisungen und richten schließlich ein neues Dropbox-Konto ein bzw. melden sich bei Ihrem existierenden Konto an. Dabei wird automatisch das Verzeichnis Dropbox eingerichtet. Nach einem Neustart des Dateimanagers werden darin alle synchronisierten Dateien durch ein grünes OK-Häkchen gekennzeichnet.

Ein Icon im Panel zeigt nun den Status von Dropbox an. Über dieses Menü gelangen Sie auch in den Konfigurationsdialog. Dort können Sie im Dialogblatt SYNCHRONISIERUNG mit dem Button SELEKTIVE SYNCHRONISATION einzelne Unterverzeichnisse innerhalb des Dropbox-Verzeichnisses von der Synchronisation ausschließen. Es gibt aber leider keine Möglichkeit, die Synchronisation für bestimmte Dateitypen zu deaktivieren.

### Vorsicht

Ihre Dateien werden auf den Dropbox-Servern zwar verschlüsselt, der Schlüssel ist allerdings von Dropbox vorgegeben und kann nicht individuell gewählt werden. Dieses Verfahren ist nur mäßig sicher. Persönliche bzw. unternehmenskritische Daten sollten daher nicht im Dropbox-Verzeichnis gespeichert werden – bzw. nur, wenn Sie die Dateien vorher selbst verschlüsselt haben!

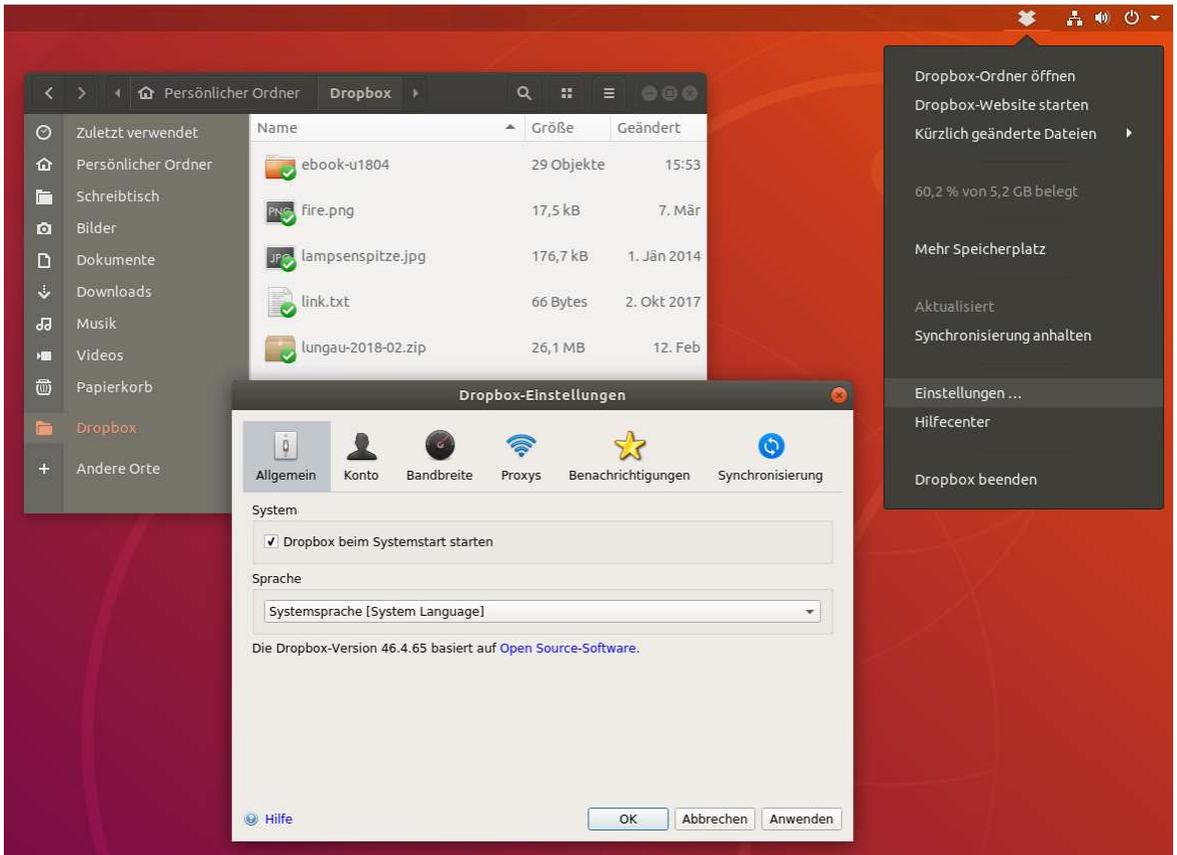


Abbildung 5.11: Dropbox

## 5.8 Shotwell

Das Programm Shotwell hilft Ihnen dabei, die digitale Bilderflut unter Kontrolle zu bringen. Beim ersten Start fragt Shotwell, ob es alle bereits vorhandenen Bilddateien im Verzeichnis Bilder in der Shotwell-internen Bilddatenbank erfassen soll. Das ist in der Regel zweckmäßig.

## Import

Um weitere Verzeichnisse mit Fotos zu importieren, führen Sie **DATEI • AUS ORDNER IMPORTIEREN** aus. Beim Import haben Sie die Wahl, die Bilddateien an ihrem aktuellen Ort zu belassen oder sie in das **Bilder**-Verzeichnis zu kopieren. Zweites ist vor allem dann zweckmäßig, wenn es sich bei der Datenquelle um eine externe Festplatte oder um einen anderen Datenträger handelt, der nicht immer mit Ihrem Computer verbunden ist.

Wenn Sie Ihre Digitalkamera per USB-Kabel mit dem Computer verbinden oder eine Speicherkarte einstecken, erscheint ein Dialog, in dem Sie wahlweise das Fotoverwaltungsprogramm Shotwell starten oder die Bilder in einem neuen Fenster des Dateimanagers Nautilus ansehen können. Wenn Sie sich für Shotwell entscheiden, zeigt das Programm eine Vorschau aller Bilder und Filme an. Anschließend können Sie wahlweise einzelne markierte Bilder oder alle Fotos und Filme importieren.

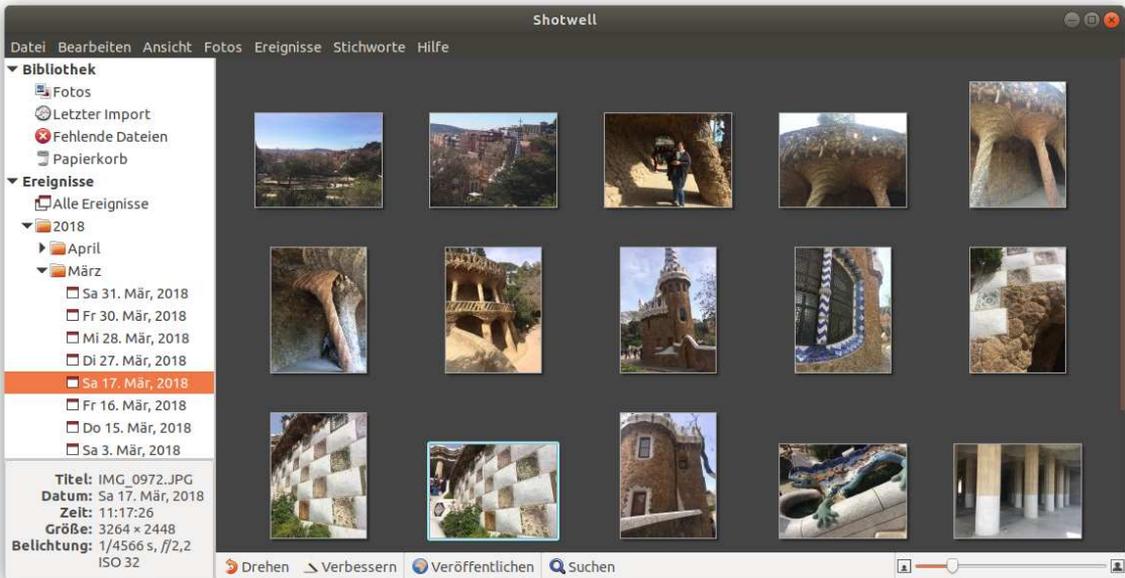


Abbildung 5.12: Shotwell

## Bilder organisieren

Die Bilder werden beim Import automatisch »Ereignissen« zugeordnet, wobei jeder Tag, an dem Fotos entstanden sind, als Ereignis gilt. Ereignisse können mit **F2** umbenannt und per Drag&Drop zusammengefügt werden. Um die Fotos eines Tages mehreren Ereignissen zuzuordnen, markieren Sie mehrere Fotos und führen dann **Strg+N** aus. Die markierten Fotos bilden dann ein neues Ereignis.

Mit **Strg+T** statten Sie Bilder mit sogenannten *tags* aus, also mit Begriffen, nach denen Sie später suchen können. Für jedes Bild dürfen mehrere, nur durch Kommas getrennte Tags angegeben werden.

Mit den Tasten **1** bis **5** bewerten Sie ein Bild mit ein bis fünf Sternen. **0** entfernt die Bewertung, **9** kennzeichnet das Bild als *abgelehnt*. Mit ANZEIGEN • FOTOS FILTERN können Sie nur wahlweise nur positiv bewertete oder nur abgelehnte Bilder anzeigen. Noch mehr Suchmöglichkeiten bietet die Suchleiste, die Sie mit **F8** ein- bzw. wieder ausblenden.

Mit dem Button VERÖFFENTLICHEN können Sie zuvor markierte Bilder bei Facebook, Flickr, Google oder Piwigo hochladen, Videos bei YouTube.

## Bilder bearbeiten

Shotwell bietet einige simple Bearbeitungsfunktionen an: Die Bilder können in 90-Grad-Schritten gedreht (**Strg+R**) und beschnitten werden. Außerdem kann der Rote-Augen-Effekt behoben und der Kontrast der Bilder verbessert werden. Leider funktioniert die Korrektur des Rote-Augen-Effekts recht schlecht. Weichen Sie gegebenenfalls auf Gimp aus!

Sämtliche Bearbeitungsschritte werden nicht direkt an der Bilddatei durchgeführt, sondern in der Datenbank des Programms gespeichert und bei der Anzeige des Bilds angewendet. Mit dem Kontextmenükommando ZURÜCK ZUM ORIGINAL kann jedes veränderte Bild wiederhergestellt werden. Das sichert einerseits die Integrität der Originaldateien, erschwert aber andererseits einen späteren Wechsel zu einem anderen Programm.

Um ein Bild zu löschen, führen Sie `[Entf]` oder das Kontextmenükommando **IN DEN MÜLL VERSCHIEBEN** aus. Damit wird das Bild innerhalb der Bilddatenbank in einen OpenShot-eigenen Papierkorb gelegt. Erst wenn Sie diesen Papierkorb explizit leeren, werden die Bilddateien nach einer Rückfrage endgültig gelöscht.

## Interna

Standardmäßig speichert Shotwell importierte Fotos im Verzeichnis `Bilder/Jahr/Monat/Tag`. Das am 31. Oktober 2018 aufgenommene Foto `cimg1234.jpg` befindet sich nach dem Import in der Datei `Bilder/2018/10/31/cimg1234.jpg`. Wenn Sie ein anderes Basisverzeichnis oder eine andere Organisationsstruktur wünschen, finden Sie entsprechende Optionen im Dialog **BEARBEITEN • EINSTELLUNGEN**.

Außer den Bilddateien speichert Shotwell im verborgenen Verzeichnis `.shotwell` eine Bilddatenbank mit Zusatzinformationen zu allen Bildern. Darüber hinaus befinden sich in diesem Verzeichnis verkleinerte Vorschaubilder zu allen Fotos (sogenannte *thumbnails*). Diese Vorschaubilder sind entscheidend für die hohe Darstellungsgeschwindigkeit von Shotwell.

## 5.9 Gimp

Gimp ist das Open-Source-Gegenstück zu Adobe Photoshop. Auch wenn Gimp nicht alle Funktionen von Photoshop aufweisen kann, so ist es doch ein unglaublich vielseitiges Werkzeug zur Bildbearbeitung. Sie können damit Fotos retuschieren, Bilder für Ihre Webseite optimieren, Plakate gestalten etc.

Leider ist die Bedienung des Programms alles andere als einfach. Das Programm ist deswegen in erster Linie als Werkzeug für Bildverarbeitungsprofis geeignet; Gelegenheitsanwender werden mit dem Programm nicht glücklich werden. In diesem Abschnitt stelle ich lediglich einige Grundfunktionen des Programms vor. Sie müssen Gimp also vor der ersten Verwendung im Programm *Software* installieren.

## Tipp

Die Benutzeroberfläche von Gimp ist standardmäßig über mehrere Fenster verteilt. Die aktuelle Version 2.8 unterstützt aber einen Einzelfenstermodus, bei dem alle Teile der Benutzeroberfläche in einem Fenster integriert werden. Sie aktivieren diesen Modus mit **FENSTER • EINZELFENSTER-MODUS**

## Bilder laden und bearbeiten

**DATEI • ÖFFNEN** führt zu einem Dateiauswahldialog samt Bildvorschau. Nach dem Öffnen wird die Bilddatei in einem neuen Bildfenster angezeigt. Wenn das Bildfenster leer war, ersetzt das neue Bildfenster das bisherige.

Solange das Bildfenster aktiv ist, können Sie mit  in das Bild hineinzoomen und mit  hinaus.  setzt den Zoomfaktor auf 1:1 (d. h., jedes Pixel des Bilds wird auf einem Bildschirmpixel abgebildet).

**DATEI • SPEICHERN** speichert die Bilddatei unter dem aktuellen Namen und im bisherigen Format. Bei **DATEI • SPEICHERN UNTER** können Sie einen neuen Dateinamen angeben. Dabei bestimmt die Dateikennung das Bildformat. Die Dateien `name.jpg` oder `name.jpeg` werden also im JPEG-Format gespeichert, `name.tiff` dagegen im TIFF-Format.

Neben den üblichen Dateiformaten existiert das Gimp-typische XCF-Format (Kennung `*.xcf`). Der Vorteil dieses Formats besteht darin, dass nicht nur das Bild an sich gespeichert wird, sondern auch dessen Komposition sowie diverse Kontextinformationen und Gimp-Einstellungen. Wenn Sie dem Bild beispielsweise Text oder Ausschnitte anderer Bilder hinzugefügt haben, setzt sich das Bild aus mehreren Ebenen zusammen. Nur im XCF-Format werden alle Ebenen gespeichert. Das XCF-Format hat somit den Vorteil, dass es viel bessere Voraussetzungen für eine spätere Weiterverarbeitung des Bilds bietet. Wenn Sie statt der Dateikennung `*.xcf` die Kennungen `*.xcf.gz` oder `*.xcf.bz2` verwenden, wird die Bilddatei zusätzlich komprimiert. Die Datei wird dadurch deutlich kleiner.

## Bilder drehen, skalieren und ausschneiden

Mit **BILD • TRANSFORMATIONEN** drehen Sie das Bild um 90 Grad nach rechts oder links, stellen es auf den Kopf oder spiegeln es horizontal oder vertikal.

Mit **BILD • BILD SKALIEREN** gelangen Sie in den Skalierungsdialog. Dort geben Sie einfach die gewünschte Bildgröße in Pixel an. Alternativ kann die Größenangabe auch in Prozent erfolgen, z. B. um die Breite und Höhe des Bilds auf 25 Prozent seiner Größe zu verringern.

Um das Bild auf einen Ausschnitt zu verkleinern, aktivieren Sie in der Toolbox das Zuschneidewerkzeug (**WERKZEUGE • TRANSFORMATIONEN • ZUSCHNEIDEN**). Anschließend können Sie mit der Maus den gewünschten Bildausschnitt markieren. Ein Mausklick in den markierten Bereich schneidet das Bild aus.

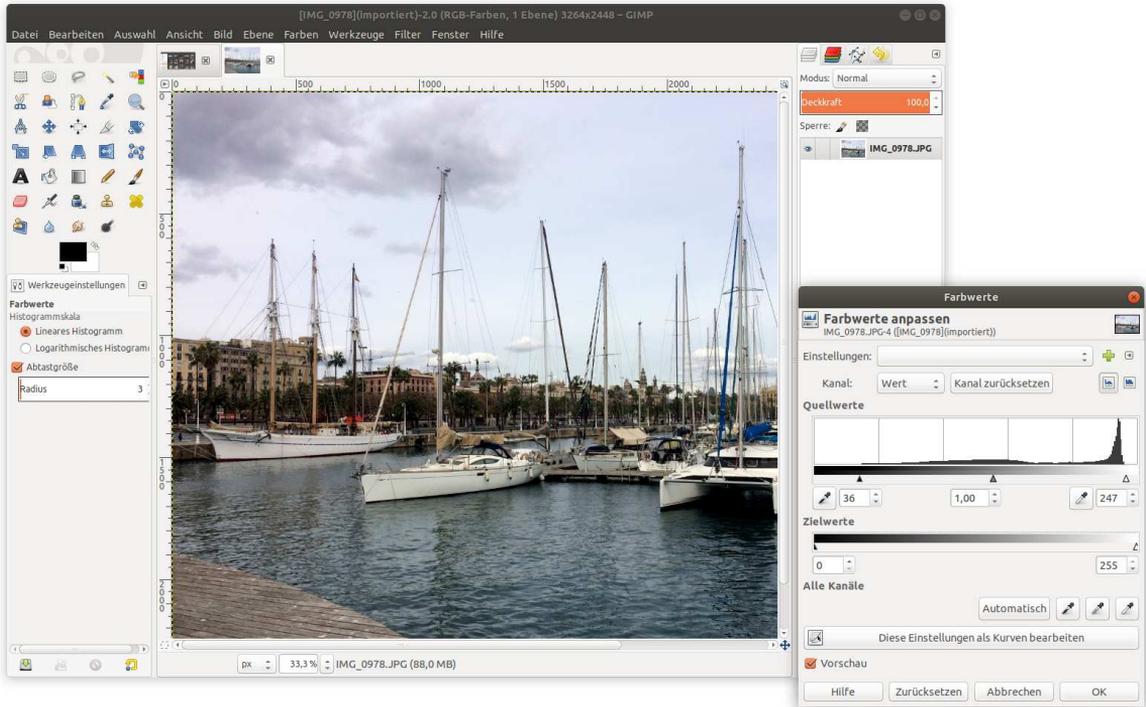
## Helligkeit, Kontrast und Farben ändern

Mit **WERKZEUGE • FARBEN • HELLIGKEIT-KONTRAST** gelangen Sie in einen einfachen Dialog, in dem Sie die Helligkeit und den Kontrast mit zwei Schiebereglern verändern können.

Fotos nutzen selten den gesamten Farbraum. Der hellste Punkt im Bild, der oft weiß sein sollte, ist nur ein flauer Grauton. Mit **FARBEN • WERTE** können Sie diesen Mangel beheben. Der **WERTE**-Dialog bietet eine Menge Bearbeitungsmöglichkeiten, von denen hier nur die wichtigsten erwähnt werden:

- Mit dem Button **AUTOMATISCH** führen Sie einen automatischen Weißabgleich durch. Das Ergebnis ist zwar mathematisch optimal, liefert aber oft eine zu extreme Helligkeits- bzw. Farbverteilung.
- Mit den drei Pipetten-Buttons markieren Sie jeweils einen Punkt im Bild, der schwarz, in einem mittleren Grau bzw. weiß sein sollte.
- Im Dialogbereich **QUELLWERTE** können Sie die drei Dreiecke verschieben, um so den Weiß-, Grau- und Schwarzpunkt zu markieren. Das darüber angezeigte Histogramm gibt an, wie viele Punkte des Bilds eine bestimmte Helligkeit haben (siehe Abbildung 5.13). Üblicherweise wird der Schwarzpunkt an den Beginn und der Weißpunkt an das Ende des Histogramms verschoben. Der Graupunkt sollte in der Mitte zwischen Weiß-

und Schwarzpunkt liegen. Wenn Sie den Graupunkt verschieben, wird das Bild blasser (links) bzw. farbintensiver (rechts).



**Abbildung 5.13:** Weißabgleich in Gimp durchführen

## Bild schärfen oder weichzeichnen

Mit den folgenden Operationen können Sie die Wahrnehmungsqualität eines Bilds spürbar verbessern. Beachten Sie, dass alle hier beschriebenen Filter immer nur für den gerade markierten Bildbereich gelten. Führen Sie gegebenenfalls vorher **[Strg] + [A]** aus, um das gesamte Bild zu markieren!

- **Schärfen:** FILTER • VERBESSERN • SCHÄRFEN versucht das Bild zu schärfen, indem es Helligkeitsveränderungen betont. Relativ gut funktioniert das bei Nachtaufnahmen. Eine mögliche Alternative ist das Kommando FILTER • VERBESSERN • NL FILTER mit der

Option KANTENVERSTÄRKUNG. Auch der Filter VERBESSERN • UNSCHARF MASKIEREN ist einen Versuch wert.

- **Weichzeichnen:** Die gegenteilige Wirkung haben die diversen Kommandos unter FILTER • WEICHZEICHNEN. Diese Filter mindern Helligkeitsübergänge. Das Bild wirkt dadurch weicher, aber auch etwas unschärfer. Relativ starke Effekte erzielen Sie mit dem GAUSSSCHEN WEICHZEICHNER.
- **Rauschen eliminieren:** Geradezu spektakuläre Verbesserungen bei verrauschten Bildern (auch bei schlecht eingescannten Fotos) erzielen Sie mit FILTER • WEICHZEICHNEN • SELEKTIVER GAUSSSCHER WEICHZEICHNER. Probieren Sie es beispielsweise mit einem Radius von 4 Pixeln und einem maximalen Deltawert von 10. Das bedeutet, dass der Weichzeichner nur dann zum Einsatz kommt, wenn der Farbunterschied nahe beieinander liegender Pixel gering ist (kleiner gleich 10). Bei starken Farbunterschieden – z. B. entlang einer Hauskante – bleibt der Weichzeichner dagegen unwirksam, weswegen die Schärfe des Bilds weniger leidet als bei anderen Weichzeichnern.

## Rote Augen entfernen

Der Rote-Augen-Effekt entsteht vor allem bei Porträtaufnahmen, wenn der Blitz nahe am Objekt ist: Die Pupillen sind weit geöffnet. Deswegen wird das Blitzlicht von der durchbluteten Netzhaut rot reflektiert.

Gimp enthält ein eigenes Werkzeug zur Eliminierung des Rote-Augen-Effekts. Bevor Sie es anwenden können, müssen Sie den roten Bereich der Augen markieren. Dazu verwenden Sie das Werkzeug ELLIPTISCHE AUSWAHL. Beim zweiten Auge drücken Sie zusätzlich , um die bereits vorhandene Markierung zu ergänzen. Markieren Sie lieber ein bisschen zu viel als ein bisschen zu wenig!

FILTER • VERBESSERN • ROTE AUGEN ENTFERNEN ersetzt nun das Rot der Augen durch einen Grauton. Der Lichtreflex im Auge bleibt dabei erhalten. Den Schwellenwert für den Rot-Ton, ab dem die Farbe verändert wird, müssen Sie nur in Ausnahmefällen verändern.

## 5.10 Rhythmbox

Rhythmbox ist der Standard-Audio-Player von Ubuntu. Beim ersten Start erfasst das Programm alle Audio-Dateien aus dem Verzeichnis Musik in seiner Musikdatenbank. Weitere Verzeichnisse mit Audio-Dateien können Sie mit **MUSIK • ORDNER IMPORTIEREN** hinzufügen.

Die Bedienung von Rhythmbox ist einfach: Sie wählen einen Interpreten und/oder ein Album aus und klicken auf den Button **WIEDERGABE**. Rhythmbox spielt nun alle in der Liste angezeigten Titel. Die Genre-Auswahlliste wird standardmäßig nicht angezeigt. Um die Liste einzublenden, führen Sie **EINSTELLUNGEN • ALLGEMEIN** aus und wählen die Browser-Ansicht **GENRES, KÜNSTLER UND ALBEN**.

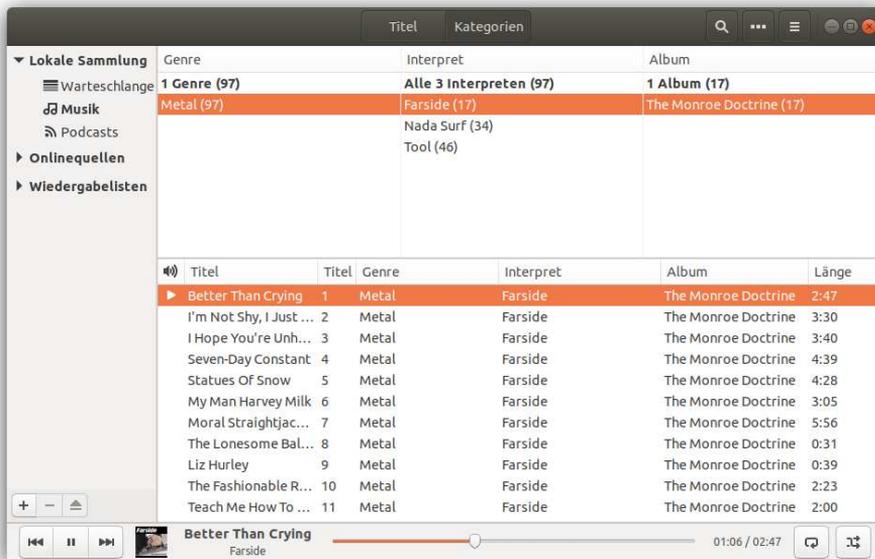


Abbildung 5.14: Rhythmbox

Um eigene Wiedergabelisten (Play-Listen) zu erzeugen, führen Sie **DATEI • WIEDERGABELISTE • NEUE WIEDERGABELISTE** aus und geben der neuen Liste einen Namen. Anschließend fügen Sie die gewünschten Titel per Drag&Drop in die neue Liste ein. Es ist auch möglich, ganze Genres, Interpreten oder Alben einzufügen.

## 5.11 Spotify

Das Programm *Spotify* zur Nutzung des gleichnamigen Audio-Streaming-Angebots lässt sich in Ubuntu 18.04 (im Gegensatz zu früheren Ubuntu-Versionen!) vollkommen unkompliziert installieren: Dazu starten Sie das Programm *Ubuntu-Software*, suchen nach *Spotify* und klicken auf INSTALLIEREN – fertig! Anschließend können Sie Spotify in der Aktivitätenansicht starten.

Nach dem ersten Login sollten Sie die Sprache von Spotify auf DEUTSCH umstellen. Die entsprechende Auswahlliste finden Sie im Einstellungsdialog (SETTINGS). Wenn Sie nicht möchten, dass alle Ihre Facebook-Freunde genau mitverfolgen können, wann Sie welche Musik hören, sollten Sie außerdem alle entsprechenden Optionen (MEINE AKTIVITÄT VERÖFFENTLICHEN etc.) deaktivieren.



Abbildung 5.15: Spotify

Bei meinen Tests hat Spotify problemlos funktioniert. Dennoch sollte Ihnen bewusst sein, dass die Linux-Version von Spotify nur sehr halbherzig unterstützt wird. Im Frühjahr 2016 gab es in der Firma Spotify niemanden mehr, der für die Wartung der Linux-Version bezahlt wurde. Die tristen Details können Sie hier nachlesen:

<https://www.omgubuntu.co.uk/2016/03/spotify-linux-no-development>

<https://snapcraft.io/spotify>

## 5.12 Totem und VLC

Als Standard-Video-Player ist unter Ubuntu das Programm *Videos* vorgesehen (interner Name: »Totem«). Sofern das Paket `ubuntu-restricted-extras` installiert ist, kann Totem die meisten Video-Dateien problemlos wiedergeben, bietet davon abgesehen allerdings keinerlei Zusatzfunktionen.

### Hinweis

Ich habe schon im Installationskapitel [darauf hingewiesen](#), dass viele Multimedia-Funktionen von Ubuntu anfänglich brach liegen: Ubuntu kann die meisten nicht Video-Dateien abspielen. Abhilfe schafft die Installation des Pakets `ubuntu-restricted-extras`. Damit werden alle gängigen Video-Codecs installiert, die zwar als Open-Source-Software frei zur Verfügung stehen, die sich aber aus patent- oder lizenzrechtlichen Gründen in nicht bzw. nur halb-offiziellen Ubuntu-Paketquellen befinden. Wenn Sie es noch nicht getan haben, installieren Sie `ubuntu-restricted-extras`!

Eine interessante Alternative zu Totem ist der Multimedia-Player VLC. Sie können das Programm im Programm *Software* installieren. Eine Besonderheit des Programms besteht darin, dass Filtereffekte in Echtzeit angewendet werden können. Das ermöglicht es z. B., ein mit einer Digitalkamera hochkant aufgenommenes Video beim Abspielen richtig zu drehen. EXTRAS • CODEC-INFORMATIONEN verrät, welche Audio- und Video-Codecs in der Video-Datei zum Einsatz kommen. VLC ist vom oben erwähnten H.264-Problem nicht betroffen.

### DVD-Wiedergabe

Weder Totem noch VLC können kommerziellen DVDs abspielen, auch nicht nach der Installation des Pakets `ubuntu-restricted-extras`. Der Grund ist das Verschlüsselungsverfahren CSS (Content Scramble System), das zwar nicht besonders raffiniert ist, dafür aber umso energischer von den Filmanbietern verteidigt wird: In Deutschland verbietet das Urheberrechtsgesetz, die Installation einer Bibliothek zur CSS-Entschlüsselung zu beschreiben.

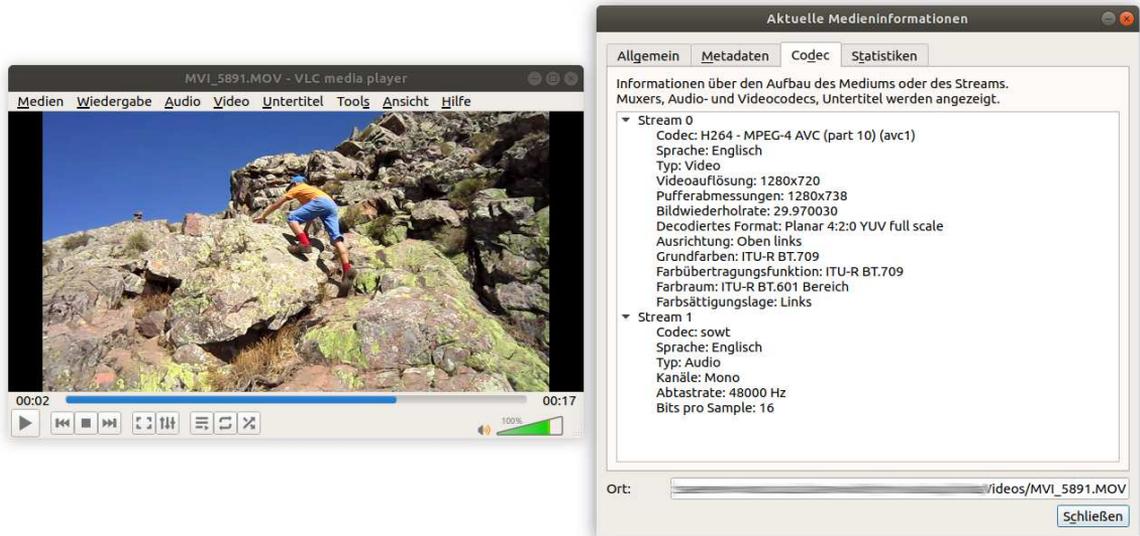


Abbildung 5.16: VLC

Es gibt im Internet unzählige Webseiten mit entsprechenden Anleitungen; ich darf diese Informationen hier aber weder wieder- noch einen entsprechenden Link angeben. Damit Sie mich richtig verstehen: Es geht hier nicht um illegales Kopieren! Ich darf Ihnen nicht einmal erklären, wie Sie Ihre gerade in einem Geschäft oder bei Amazon erworbene DVD unter Linux ansehen können – etwas, was unter Windows oder macOS eine Selbstverständlichkeit ist. Die Grenzen der Pressefreiheit sind enger, als man denkt!

## 5.13 LibreOffice

LibreOffice ist das Office-Paket von Ubuntu. Bei LibreOffice handelt es sich um eine Variante (einen sogenannten *Fork*) von OpenOffice. Die Benutzeroberfläche von LibreOffice hat große Ähnlichkeiten mit alten Microsoft-Office-Versionen, auch die Funktionsvielfalt ist ähnlich groß.

Zu den größten Stärken von LibreOffice im Vergleich zu Microsoft Office zählt der hervorragende PDF-Export. Damit können Sie Text, Tabellen oder Präsentationen mühelos als PDF-Dokument speichern und weitergeben.

## Hinweis

LibreOffice ist weitestgehend kompatibel zum Microsoft-Office-Dateiformat. Es kann Microsoft-Office-Dateien lesen und schreiben. Das funktioniert gut, aber nicht perfekt: Häufig gehen bei der Umwandlung Formatierungsdetails verloren. Nach Möglichkeit sollten Sie daher beim Speichern das LibreOffice-Dateiformat vorziehen. Dieses auf XML basierende Format ist im **ODF-Standard** öffentlich dokumentiert (Open Document Format).

Aus Platzgründen sind unter Ubuntu nicht alle Komponenten von LibreOffice standardmäßig installiert. Insbesondere fehlt die Datenbankkomponente. Das entsprechende Paket müssen Sie bei Bedarf im Programm *Ubuntu-Software* nachinstallieren (suchen Sie nach *libreoffice base*).

## Ribbon-Symbolleisten

Microsoft Office hat die Bedienung seiner Office-Suite schon 2007 auf sogenannte »Ribbons« umgestellt, also auf besonders breite Symbolleisten, deren Inhalt sich je nach Kontext ändert. LibreOffice setzt zwar noch immer auf eine Bedienung mit herkömmlichen Menüs und Symbolleisten, arbeitet aber seit einiger Zeit ebenfalls an Ribbon-ähnlichen Bedienungsleisten.

Wenn Sie diese ausprobieren möchten, klicken Sie im Dialog **EXTRAS • OPTIONEN • ERWEITERT** auf **EXPERIMENTELLE FUNKTIONEN AKTIVIEREN**. Nach einem Neustart des Programms können Sie die Ribbons nun unter **ANSICHT • REGISTERLEISTEN-ANSICHT • SYMBOLBAND** einschalten. Momentan können die Ribbon-Leisten allerdings weder funktionell noch optisch mit dem Original von Microsoft mithalten.

## Online-Dokumentation

Für eine detaillierte Beschreibung von LibreOffice ist dieses eBook nicht der richtige Ort. Die offizielle Dokumentation finden Sie hier:

<https://de.libreoffice.org/get-help/documentation>

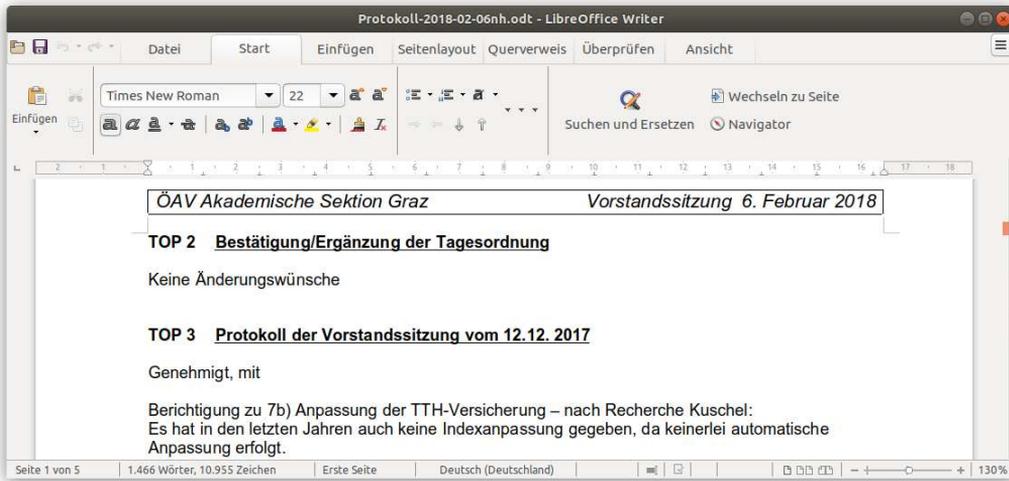


Abbildung 5.17: LibreOffice mit aktivierten Ribbon-Symbolleisten

## 5.14 VirtualBox

Grundsätzlich ist Linux nicht in der Lage, Windows-Programme auszuführen. Dafür gibt es mehrere Gründe: Der wichtigste ist, dass unter Linux die zahllosen für Windows-Programme erforderlichen Bibliotheken fehlen. Den einfachsten Weg, dennoch Windows-Programme unter Linux zu nutzen, bietet das Virtualisierungsprogramm VirtualBox. In dessen virtuellen Maschinen können Sie nicht nur Windows installieren, sondern auch Ubuntu oder eine andere Linux-Distribution. Das ist praktisch, um eine Distribution rasch auszuprobieren.

### Wine

Wenn es Ihnen nur darum geht, ein einzelnes Windows-Programm auszuführen, kann *Wine* eine Alternative zu Virtual Box sein: Wine ist eine Sammlung von Windows-kompatiblen Bibliotheken, die die Ausführung ausgewählter Windows-Programme unter Linux ermöglicht. Wine kann mit dem Programm *Software* installiert werden. Ich selbst habe mit Wine keine guten Erfahrungen gemacht, weswegen ich von einer Empfehlung oder einer detaillierteren Beschreibung absehe. Details zum Wine-Projekt können Sie hier nachlesen:

<https://www.winehq.org>

## VirtualBox installieren

Vor der ersten Verwendung müssen Sie VirtualBox im Programm *Ubuntu-Software* installieren. Optional können Sie anschließend den VirtualBox Extension Pack hinzufügen. Dieses Erweiterungspaket bietet einige Zusatzfunktionen (insbesondere die USB-Unterstützung), die nicht als Open-Source-Code vorliegen. Sie können das Extension-Paket hier kostenlos herunterladen:

<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

Anschließend führen Sie im VirtualBox-Hauptfenster DATEI • EINSTELLUNGEN • ZUSATZPAKETE aus und laden die Datei mit dem Button EIN NEUES PAKET HINZUFÜGEN.

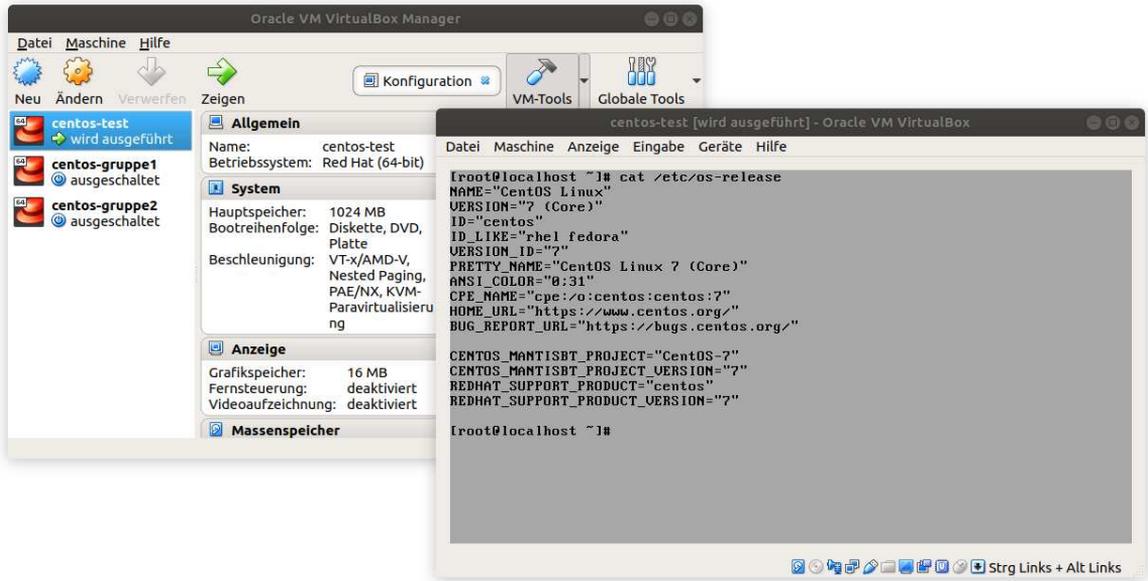


**Abbildung 5.18:** Verwaltung der VirtualBox-Extensions im Einstellungsdialog

## Windows in eine virtuelle Maschine installieren

`Windows` virtualbox startet das Virtualisierungsprogramm. Beim Einrichten einer neuen virtuellen Maschine (RAM-Größe, virtuelle Festplatte etc.) hilft Ihnen ein Assistent. In der Übersichtsdarstellung der Hardware-Parameter ändern Sie die Einstellungen für das CD-ROM-Laufwerk oder geben den Namen einer entsprechenden ISO-Datei an.

VirtualBox richtet standardmäßig eine Netzwerkverbindung zwischen Ubuntu und Windows ein, sodass Windows mit Ubuntu kommunizieren und dessen Internetzugang nutzen kann. Intern kommt standardmäßig NAT (Network Address Translation) zum Einsatz. Das funktioniert gut, gibt Windows aber keinen Zugang zum lokalen Netzwerk. Wenn Sie das wünschen, wählen Sie im Konfigurationsdialog für den Netzwerkad-



**Abbildung 5.19:** VirtualBox mit einer virtuellen Maschine von CentOS 7 im Textmodus

after beim Feld ANGESCHLOSSEN AN zunächst den Eintrag NETZWERKBRÜCKE und in der darunter befindlichen Liste die Netzwerkschnittstelle des LANs an (*enpxxx* für eine Ethernet-Schnittstelle oder *wlpxxx* für WLAN).

Die eigentliche Windows-Installation verläuft problemlos. Um den Tastaturfokus aus der VirtualBox zu lösen, drücken Sie kurz die rechte `[Strg]`-Taste (nicht `[Strg]` + `[R]`), damit lösen Sie einen Reset aus!). Wenn Sie die rechte `[Strg]`-Taste für Cursorbewegungen nutzen möchten, können Sie im VirtualBox-Verwaltungsfenster mit DATEI • GLOBALE EINSTELLUNGEN • EINGABE eine andere Host-Taste einstellen.

VirtualBox ist kompatibel zu allen aktuellen Windows-Versionen. Um den Arbeitskomfort unter Windows etwas zu steigern, sollten Sie innerhalb der virtuellen Maschine noch die sogenannten Gasterweiterungen installieren. Dabei handelt es sich um diverse Treiber, die den Umgang mit der Maus vereinfachen, das Grafiksystem beschleunigen und eine höhere Auflösung ermöglichen, zusätzliche Netzwerkfunktionen unterstützen etc. Zur Installation führen Sie im VirtualBox-Fenster GERÄTE • GASTERWEITERUNGEN INSTALLIEREN aus. VirtualBox lädt die erforderlichen Daten aus dem Internet herunter und stellt

sie dann dem Gastsystem als virtuelle CD zur Verfügung. Die Installation erfolgt automatisch, Sie müssen lediglich die diversen Dialoge bestätigen.

VirtualBox sieht zum Datenaustausch zwischen dem Host-System (hier also Ubuntu) und der virtuellen Maschine (Windows) sogenannte *Shared Folders* vor. Damit Sie diese Funktion nutzen können, müssen unter Windows die Gasterweiterungen installiert sein. Anschließend führen Sie im VirtualBox-Fenster GERÄTE • GEMEINSAME ORDNER aus. Mit dem HINZUFÜGEN-Button wählen Sie ein Verzeichnis Ihres Ubuntu-Rechners aus und geben an, unter welchem Namen dieses Verzeichnis unter Windows verfügbar sein soll.

Anschließend starten Sie unter Windows den Explorer und führen darin EXTRAS • NETZWERKLAUFWERK VERBINDEN aus. Der Zugriff auf den gemeinsamen Ordner erfolgt über das Netzwerkverzeichnis `\\vboxsrv\name`, wobei `name` der im ersten Schritt angegebene Verzeichnisname ist.

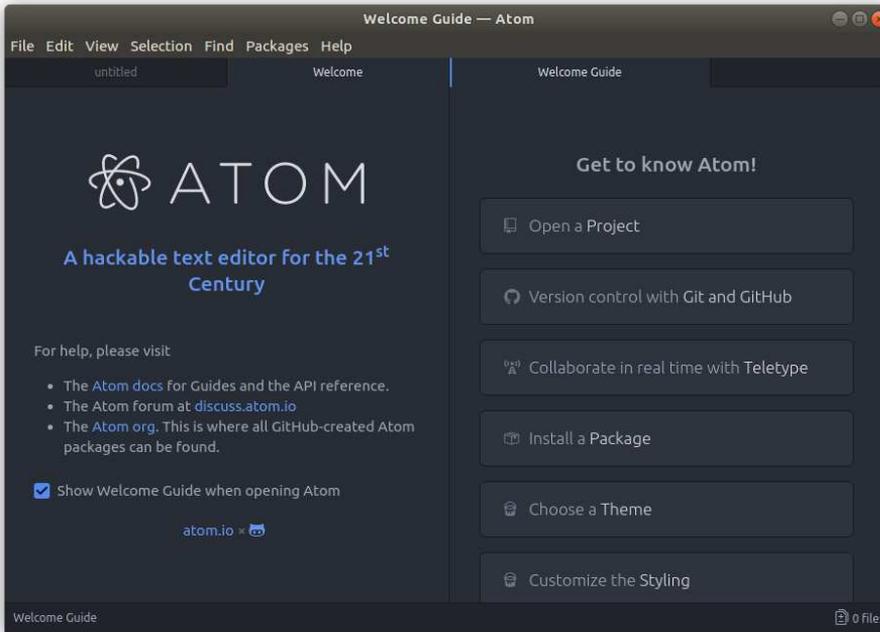
## 5.15 Atom

An Editoren gab es schon in der Vergangenheit keinen Mangel: Standardmäßig installiert sind die Terminal-Programme `nano` und `vi` sowie der Gnome-Editor `gedit`. (Die deutsche Bezeichnung lautet irreführender Weise *Textbearbeitung*, obwohl das Programm ausschließlich für unformatierte Texte geeignet ist.) Darüber hinaus finden Sie in *Ubuntu-Software* unter anderem Pakete für *Atom*, *Bluefish*, *Brackets*, *Emacs*, *Notepad3*, *Notepad++*, *notepadqq* und *Visual Studio Code* (kurz *VSCode*). Jedes dieser Programme kann also im Handumdrehen installiert werden.

Ich will Ihnen an dieser Stelle ein wenig Appetit für den Editor *Atom* machen: Dabei handelt es sich um einen modernen, von GitHub entwickelten Editor. Er basiert wie *Visual Studio Code* auf dem JavaScript-Framework *Electron*. Zu den größten Stärken des Editors zählt, dass er nahezu unbegrenzt konfigurierbar und durch Zusatzpakete erweiterbar ist. Aktuell haben Sie die Wahl zwischen über 5.000 Erweiterungspaketen!

Das Atom-Fenster ist beim ersten Start in zwei Teile (*Panes*) geteilt: Links heißt Atom Sie im 21. Jahrhundert willkommen, rechts enthält der *Welcome Guide* einige Links zu wichtigen Funktionen. Wenn Sie beide Texte schließen, bleibt das Dokument *untitled* übrig, in

dem Sie Atom ausprobieren können. (Wenn *untitled* fehlt, führen Sie FILE • NEW FILE aus. Den *Welcome Guide* können Sie bei Bedarf über das HELP-Menü wieder öffnen.)



**Abbildung 5.20:** Atom heißt Sie willkommen

## Grundfunktionen

Wie in jedem anderen Editor können Sie im FILE-Menü einzelne Dateien zur Bearbeitung öffnen. Wenn Sie mehrere Dateien bearbeiten möchten, die sich in einem Verzeichnis befinden, ist FILE • OPEN FOLDER die bessere Wahl: Damit wird links der Verzeichnisbaum eingeblendet. Sie können dann per Mausklick zwischen den Dateien des Projekts wechseln. Wenn Ihnen der Verzeichnisbaum zu viel Platz wegnimmt, können Sie ihn mit VIEW • TOGGLE TREE VIEW ein- und ausblenden.

Aus Atom-Sicht gilt jedes einmal geöffnete Verzeichnis als Projekt. Mit FILE • REOPEN PROJECT wechseln Sie zwischen in der Vergangenheit bearbeiteten Projekten, wobei Atom für jedes Projekt ein neues Fenster öffnet.

Neben den Menükommandos kennt Atom unzählige weitere Kommandos. Um diese aufzurufen, öffnen Sie mit `[Strg]+[⇧]+[P]` die COMMAND VIEW. Durch die Eingabe einiger Zeichen können Sie die dort angezeigte Kommandoliste filtern. Mit *delete* als Filterbegriff finden Sie also diverse Kommandos, um Text zu löschen. Soweit die Kommandos mit Tastenkürzeln verbunden sind, werden diese in der Kommandoreferenz ebenfalls angezeigt.

Mehrere zugleich geöffnete Dateien werden als Tabs dargestellt, zwischen denen Sie mit `[Strg]+[↵]` wechseln können. Atom gliedert das Fenster außerdem in *Panes*, also verschiebbare Fensterbereiche, die wiederum Tabs aufnehmen können. Die Administration der Panes erfolgt wahlweise über Menükommandos (VIEW • PANES), über Tastenkürzel, die zumeist mit `[Strg]+[K]` beginnen, oder über weitere Kommandos, die Sie mit `[Strg]+[⇧]+[P]` und dem Suchbegriff *panes* in der Kommandoreferenz finden.

Eine gute Einführung in weitere Grundkonzepte gibt das *Flight Manual*:

<https://flight-manual.atom.io>

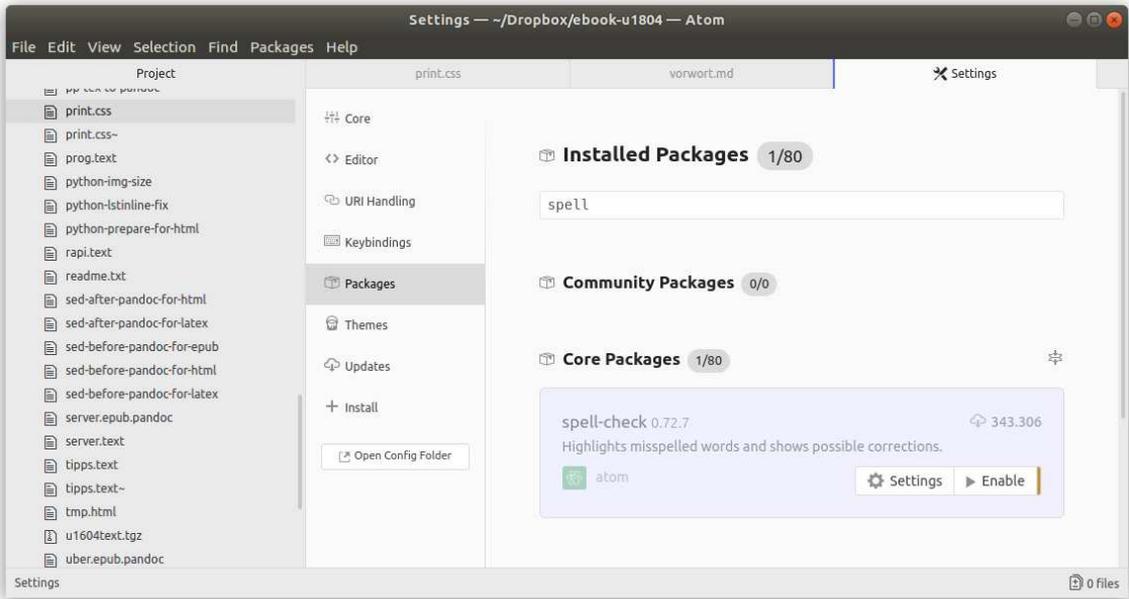
## Konfiguration

Nach der Installation zeigt sich Atom von seiner dunklen Seite, d. h. Text wird in weißer/heller Schrift auf schwarzem Hintergrund angezeigt. Das mag modern sein, ist tagsüber in einem hellen Büro aber nicht ergonomisch. Abhilfe: Führen Sie EDIT • PREFERENCES aus, wechseln Sie in das Dialogblatt THEMES, und stellen Sie dort eines der Light Themes für die Oberfläche und für das Syntax-Highlighting ein.

In Atom sind viele Funktionen in Form von Paketen realisiert. Standardmäßig sind in Atom rund 80 sogenannte Core-Pakete aktiv. Diese Pakete kümmern sich z. B. um das Syntax-highlighting in diversen Sprachen, um die automatische Erstellung von Backups aller offenen Dateien oder um die Vervollständigung von Eingaben.

Einen Überblick über alle installierten Pakete gibt EDIT • PREFERENCES • PACKAGES. In diesem Dialog können Sie Pakete auch konfigurieren, deaktivieren oder ganz entfernen. Wenn Sie z. B. auf die Kennzeichnung von falsch geschriebenen Wörtern verzichten möchten, suchen Sie nach dem Paket *spell check* und deaktivieren es.

Zur Suche nach neuen Paketen sowie zu deren Installation wechseln Sie in das Dialogblatt INSTALL. Dort haben Sie aktuell die Wahl zwischen mehr als 5000 Atom-Erweiterungen! Im Dialogblatt UPDATES können Sie die installierten Pakete auf den neuesten Stand bringen.



**Abbildung 5.21:** Atom im »Light Them«, links die Ansicht des Projektverzeichnisses, rechts ein Dialog zur Paketverwaltung

Sie können in Atom eigene Tastenkürzel definieren. Dazu öffnen Sie mit **EDIT • KEYMAP** die Datei `.atom/keymap.cson` und fügen dort Anweisungen entsprechend dem folgenden Muster ein:

```
'atom-text-editor':
  'ctrl-a': 'editor:move-to-beginning-of-line'
  'ctrl-e': 'editor:move-to-end-of-screen-line'
```

Die in `keymap.cson` erforderliche Syntax ist in den ersten Zeilen der Datei dokumentiert. Durchgeführte Änderungen werden wirksam, sobald Sie die Datei speichern. Die Einstellungen haben Vorrang gegenüber den Tastenkürzeln, die in Paketen definiert sind. Atom passt die Menüeinträge an die gerade geltenden Tastenkürzel an!

Bei der Suche nach den Namen der auszuführenden Atom-Kommandos hilft einerseits das Dialogblatt EDIT • PREFERENCES • KEYBINDINGS und andererseits die Kommandopalette (**Strg** + **⇧** + **P**).

# 6 Tipps, Tricks und Interna

In diesem Kapitel fasse ich einige Tipps und Trick zum Umgang mit Ubuntu zusammen und erläutere ein paar Ubuntu-spezifischen Interna bzw. Neuerungen. Konkret gehe ich auf die folgenden Themen ein:

- Backups
- Fernwartung
- Umgang mit ZIP- und TAR-Archiven
- Arbeiten im Terminal
- Swap-Datei vergrößern/verkleinern
- Interna der Paketverwaltung
- Snap-Pakete
- systemd
- Journal

Einige Abschnitte richten sich dabei explizit an fortgeschrittene Ubuntu-Benutzer – oder solche, die es werden möchten.

## 6.1 Backups

Unter Ubuntu ist das Programm *Déjà Dup* zur Durchführung von Backups vorgesehen und standardmäßig installiert. Sie starten das Programm in der Aktivitätenansicht unter dem Namen DATENSICHERUNG. *Déjà Dup* ist dazu konzipiert, das Heimatverzeichnis möglichst unkompliziert in einem lokalen oder via SSH erreichbaren Backup-Verzeichnis zu sichern.

## Fehlende Pakete

Déjà Dup ist zwar standardmäßig installiert, unbegreiflicherweise fehlen aber zwei abhängige Pakete. Beim ersten Versuch, tatsächlich ein Backup durchzuführen, beklagt sich Déjà Dup darüber. Abhilfe: Führen Sie vor dem Start von Déjà Dup das folgende Kommando in einem Terminal aus:

```
sudo apt install duplicity python-gi
```

## Backup-Konfiguration

Im Dialogblatt ZU SICHERNDE ORDNER geben Sie an, welche Verzeichnisse vom Backup-Programm gesichert werden sollen. Standardmäßig wird der Inhalt Ihres gesamten persönlichen Verzeichnisses gespeichert.

Das Dialogblatt ZU IGNORIERENDE ORDNER enthält Verzeichnisse, die *nicht* gesichert werden sollen – standardmäßig das Downloads-Verzeichnis und der Inhalt des Müll-eimers. Oft ist es sinnvoll, zudem Verzeichnisse mit sehr großen Dateien von den regelmäßigen Backups auszunehmen, z. B. Verzeichnisse mit Videos oder mit virtuellen Maschinen, falls Sie VirtualBox einsetzen.



Abbildung 6.1: Backup-Einstellungen durchführen

Als **SPEICHERORT** für die Backups werden Sie in der Regel eine externe Festplatte einrichten: Dazu wählen Sie zuerst den Eintrag **LOKALER ORDNER** aus; anschließend können Sie ein beliebiges Verzeichnis auswählen. Wenn Sie eine externe Festplatte oder einen USB-Stick nicht ausschließlich für Backups nutzen möchten, ist es zweckmäßig, dort ein eigenes Backup-Verzeichnis einzurichten.

Im Dialogblatt **ZEITPLAN** können Sie einstellen, dass täglich oder wöchentlich automatische Backups durchgeführt werden sollen. **Déjà Dup** wird dann in Zukunft immer automatisch gestartet, sobald Sie sich einloggen, und kümmert sich um die Backups. Alternativ können Sie die automatischen Backups aber auch deaktiviert lassen und stattdessen im Dialogblatt **ÜBERSICHT** hin und wieder manuell ein Backup durchführen.

Außerdem haben Sie im Dialogblatt **ZEITPLAN** die Wahl, über welchen Zeitraum das Backup-Programm sich ändernde Dateien sichern soll. Die Standardeinstellung **IMMER** ist am sichersten, führt aber unweigerlich dazu, dass selbst das größte Backup-Medium irgendwann voll sein wird. Mit der Einstellung **MINDESTENS SECHS MONATE** bzw. **MINDESTENS EIN JAHR** erreichen Sie, dass *alle* Dateien im Backup gesichert werden, wobei aber bei sich häufig ändernden Dateien nur die Versionen der letzten sechs bzw. zwölf Monate aufbewahrt werden.

Beim ersten Backup müssen Sie angeben, ob und mit welchem Passwort die Backups verschlüsselt werden sollen. Beachten Sie aber, dass das Verschlüsseln relativ viel CPU-Leistung erfordert!

Das erste mit **Déjà Dup** durchgeführte Backup dauert unverhältnismäßig lange. Das liegt daran, dass das Backup komprimiert wird. Bei weiteren Backups werden nur noch die Änderungen gespeichert, was den Vorgang stark beschleunigt.

## Daten wiederherstellen

Im Modul **DATENSICHERUNG** stellen Sie mit dem Button **WIEDERHERSTELLEN** stellen Sie ein vollständiges Backup wieder her. Dabei können Sie die gewünschte Backup-Version auswählen und angeben, wohin die Backup-Dateien kopiert werden sollen.

Wenn Sie eine ältere Version einer einzelnen Datei wiederherstellen möchten, ist es gar nicht notwendig, das Modul **DATENSICHERUNG** zu starten. Stattdessen klicken Sie die Datei

bzw. das Verzeichnis im Dateimanager Nautilus an und führen das Kontextmenükommando `AUF FRÜHERE VERSION ZURÜCKSETZEN` aus. Im Dateimanager können Sie auch gelöschte Dateien wiederherstellen: Das Kommando `FEHLENDE DATEIEN WIEDERHERSTELLEN` öffnet einen Dialog, der alle im Backup gesicherten Dateien anzeigt, die es im aktuellen Verzeichnis *nicht* mehr gibt.

## Interna

Déjà Dup basiert auf dem in Python entwickelten Backup-Script Duplicity. Das hat den Nachteil, dass die Backup-Dateien über unzählige Verzeichnisse mit den Namen `dupl icity-full-xxx` und `dupl icity-inc-xxx` verteilt werden und in einem sehr speziellen Format vorliegen. Sie können Ihre Daten nur mit Déjà Dup selbst oder mit Duplicity wiederherstellen. Weitere Informationen zu Déjà Dup und Duplicity finden Sie hier:

<https://launchpad.net/deja-dup>

<http://duplicity.nongnu.org>

## Grsync

Eine interessante Alternative bzw. Ergänzung zu Déjà Dup ist das minimalistische Programm *Grsync*. Damit können Sie unkompliziert ein Quell- mit einem Zielverzeichnis synchronisieren, z. B. Ihr Heimatverzeichnis mit einem Verzeichnis auf einer externen Festplatte. Bevor Sie das Programm erstmalig verwenden, müssen Sie das Paket `grsync` installieren. Beim Start dieses Backup-Tools reicht es aus, ein Quell- und ein Zielverzeichnis anzugeben. Sie können darüber hinaus diverse Optionen einstellen – Sie machen aber nichts verkehrt, wenn Sie einfach die Standardeinstellungen belassen.

Grsync hat viel weniger Feinheiten als Déjà Dup, dafür aber einen riesigen Vorteil: Das Backup-Verzeichnis auf der externen Festplatte oder dem USB-Stick kann mit jedem beliebigen Dateimanager gelesen werden. Hinter den Kulissen ist Grsync eine Oberfläche zum beliebten Linux-Kommando `rsync`.

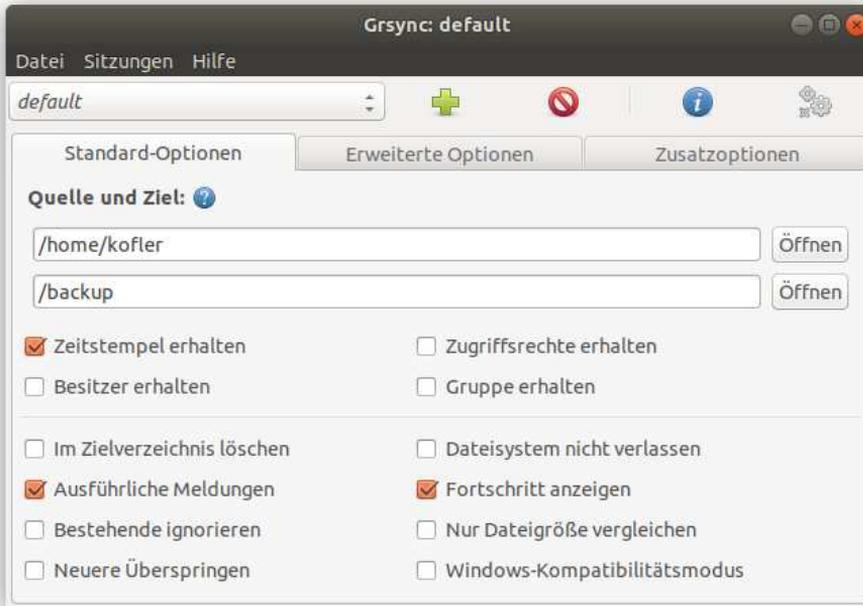


Abbildung 6.2: Verzeichnisse mit Grsync synchronisieren

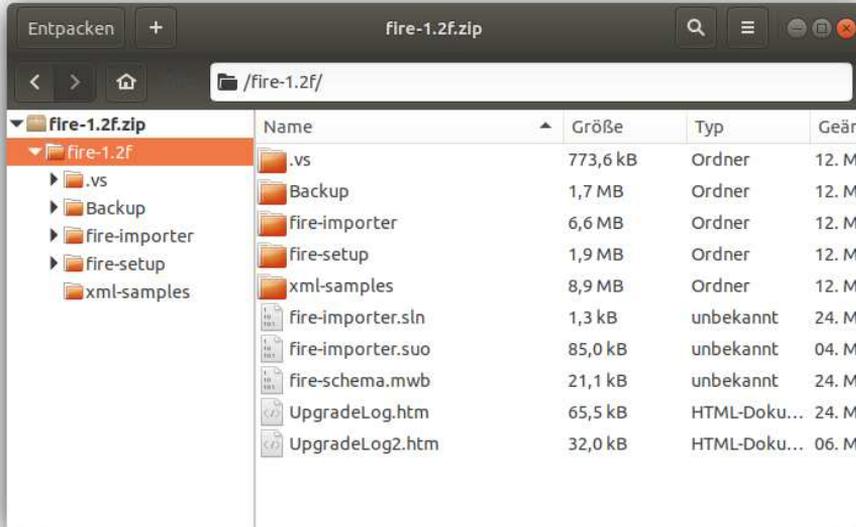
## 6.2 Komprimierte Dateien und Dateiarhive

Zur Weitergabe von Dateien per E-Mail bzw. zum Anlegen von Sicherungskopien ist es oft zweckmäßig, mehrere Dateien oder den gesamten Inhalt eines Verzeichnisses zu komprimieren. Unter Windows hat sich für derartige Aufgaben das ZIP-Format durchgesetzt.

Unter Ubuntu verwenden Sie zum Erstellen und Auspacken von Archiven das Programm *Archivverwaltung*. Das Programm starten Sie üblicherweise durch einen Doppelklick auf die Archivdatei. Um ein ein neues Archiv zu erstellen, starten Sie das Programm in der Aktivitätenansicht aus oder führen im Dateimanager für das betreffende Verzeichnis bzw. die zuvor markierten Dateien das Kontextmenükommando **KOMPRIMIEREN** aus.

Die *Archivverwaltung* unterstützt nicht nur das ZIP-Format, sondern auch diverse Linux-typische Formate. Das populärste derartige Format heißt TAR. Eine TAR-Datei ist einfach ein Archiv mehrerer Dateien. Um Platz zu sparen, werden TAR-Dateien zudem fast immer komprimiert. Je nach Komprimierverfahren ergeben sich dann die Dateikennungen

\*.tar.gz oder kurz \*.tgz bzw. \*.tar.xz. Das GZ-Komprimierverfahren hat den Vorteil, dass es auch von WinZip unterstützt wird. Die XZ-Komprimierung spart noch mehr Platz, ist aber langsamer und kann Probleme verursachen, wenn Sie solche Dateien außerhalb der Linux-Welt weitergeben möchten.



**Abbildung 6.3:** Das Programm »Archivverwaltung« mit einblendeter Seitenleiste

Wenn Sie einfach in ein \*.zip- oder \*.tar.gz- oder \*.tar.xz-Archiv hineinsehen möchten, öffnen Sie das Archiv durch einen Doppelklick im Dateimanager. Der Archivmanager zeigt das Archiv so an, als wäre es ein ganz gewöhnliches Verzeichnis. Wenn Sie rasch einen Überblick über alle Dateien bekommen möchten, aktivieren Sie im Panelmenü die Option SEITENLEISTE. Sie können einfach per Drag&Drop Dateien aus dem Archiv an einen anderen Ort kopieren. Um das gesamte Archiv auszupacken, klicken Sie auf den Button ENTPACKEN.

Wenn Sie ein neues Archiv erstellen möchten, führen Sie im Panelmenü NEUES ARCHIV aus und fügen die Dateien oder Verzeichnisse per Drag&Drop in das neue Archiv ein.

## 6.3 Fernwartung

Wenn Sie auf Ihrem Rechner ein Problem haben, z. B. weil ein Programm nicht richtig funktioniert, werden Sie üblicherweise per Telefon oder E-Mail Hilfe anfordern. Erfahrungsgemäß sind derartige Hilfsversuche aber recht umständlich: *Klick einfach auf den Button xy! – Wo ist dieser Button? – Du kannst auch das Menükommando abc / efg verwenden! – Bei welchem Programm?*

Für solche Fälle steht ein viel eleganteres Hilfsmittel namens Fernwartung zur Verfügung. Es gibt dem Helfer für einige Zeit volle Kontrolle über Ihren Computer. Der Helfer sieht auf seinem Rechner in einem Fenster den gesamten Inhalt Ihres Bildschirms und kann per Maus und Tastatur alle Programme bedienen. Sie können auf Ihrem Bildschirm mitverfolgen, welche Menükommandos der Helfer ausführt, welche Programme er aktiviert etc. Die einzige Voraussetzung ist, dass es im lokalen Netz einen Administrator oder computerkundigen Freund gibt, der gerade etwas Zeit für Sie hat.

### Desktop freigeben (Hilfesuchender)

Bevor eine Fernwartung möglich ist, müssen Sie als Hilfesuchender das Modul FREIGABE der Systemeinstellungen öffnen und dort die BILDSCHIRMFREIGABE aktivieren. Die Option steht nur zur Auswahl, wenn Ubuntu das Grafiksystem Xorg nutzt. (Standardmäßig ist das der Fall.) Die Freigabe ist hingegen nicht mit dem neuen Grafiksystem Wayland kompatibel, das beim Login ebenfalls verwendet werden kann.

Sobald Ihr Helfer versucht, tatsächlich auf Ihren Desktop zuzugreifen, erscheint eine Sicherheitsabfrage. Erst wenn Sie den Zugriff explizit erlauben, hat Ihr Helfer vollen Zugriff auf Ihren Rechner. Optional können Sie den Zugriff durch ein Passwort absichern.

Als Hilfesuchender müssen Sie dem Helfer den Namen bzw. die IP-Adresse Ihres Rechners mitteilen. Der Rechnername wird im Dialog BILDSCHIRMFREIGABE angezeigt.

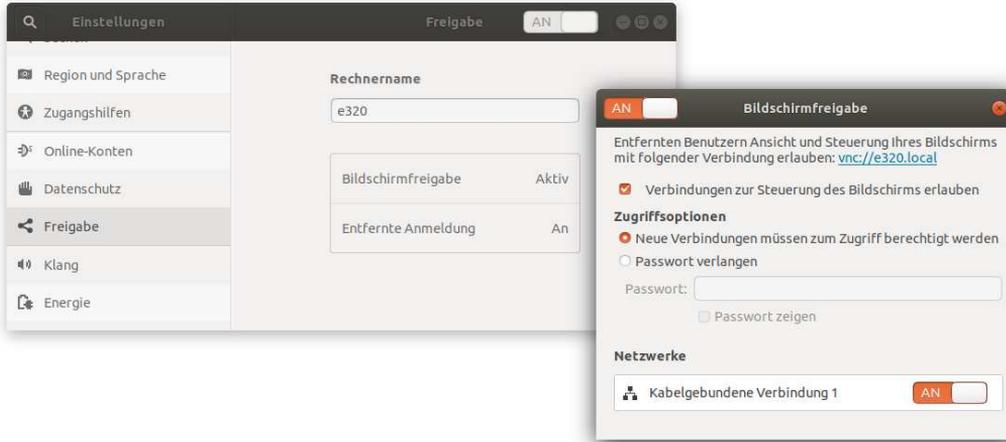


Abbildung 6.4: Den Desktop zur Fernsteuerung freigeben

## Fernwartung durchführen (Helfer)

Als Helfer müssen Sie zuerst das Programm *Betrachter für entfernte Bildschirme* in *Ubuntu-Software* installieren. (Der interne Programmname lautet *Vinagre*.) Im Dialog VERBINDEN wählen Sie dann das Protokoll VNC und geben den Hostnamen oder die IP-Adresse des Rechners an, für welchen Hilfe gesucht wird.



Abbildung 6.5: Einstellungen im Fernwartungs-Client

Nachdem der Hilfesuchende den Verbindungsaufbau erlaubt, erscheint auf dem Rechner des Helfers ein Fenster, in dem der Desktop des Hilfesuchenden dargestellt wird. Der Helfer kann so alle Fenster, Menüs und Dialoge auf dem Rechner des Hilfesuchenden bedienen, Tastatureingaben ausführen etc. Hinter den Kulissen kümmert sich *Virtual Network Computing* (kurz VNC) um die technische Realisierung. Wenn der Helfer nicht unter Ubuntu arbeitet, kann er daher auch einen beliebigen anderen VNC-Client verwenden.

### Fernwartung im Internet mit TeamViewer

Die gerade beschriebene Fernwartung funktioniert leider nur in lokalen Netzwerken. Wenn Sie Fernwartung über das Internet durchführen möchten, brauchen Sie kommerzielle Werkzeuge, die andere Kommunikationsmechanismen verwenden. Das populärste derartige Programm ist TeamViewer, das auch für Linux zur Verfügung steht. Die private Nutzung ist kostenlos. Die Installation des auf der folgenden Webseite angebotenen 64-Bit-Pakets für Debian/Ubuntu verläuft problemlos.

<https://teamviewer.com>

## 6.4 Arbeiten im Terminal

Das Arbeiten im Terminal auf wenigen Seiten beschreiben zu wollen, ist ein aussichtsloses Unterfangen: Zum einen gibt es derart viele Linux-Kommandos, dass selbst eine kurze Vorstellung der wichtigsten Kommandos bereits ein eigenes Buch füllen würde. Zum anderen läuft innerhalb des Terminals eine sogenannte Shell, die für die Verarbeitung der Kommandos verantwortlich ist. Die Beschreibung der Funktionen, Eigenheiten und Programmiermöglichkeiten dieser Shell würde ein zweites Buch füllen. (Unter Ubuntu kommt wie in den meisten anderen Linux-Distributionen standardmäßig die *Bourne Again Shell*, kurz *bash*, zum Einsatz.)

Für dieses Buch habe ich mich zu einer ganz anderen Vorgehensweise entschieden: Anhand von einigen Beispielen stelle ich Ihnen kurz vor, welche Arbeiten Sie im Terminal schnell und unkompliziert erledigen können – und das natürlich ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit.

## Tipp

Terminal-Freunde sollten sich die Tastenkombination `Strg` + `Alt` + `T` merken: Damit öffnen Sie ein neues Terminal-Fenster!

## Farben im Terminal

Standardmäßig verwendet das Terminal unter Ubuntu einen dunklen, violett-braunen Hintergrund und weiße Schrift. Wenn Ihnen ein heller Hintergrund und eine dunkle Schrift lieber sind, führen Sie im Terminalfenster BEARBEITEN • EINSTELLUNGEN aus, wechseln in das Dialogblatt FARBEN und deaktivieren dort die Option FARBEN VOM SYSTEMTHEMA VERWENDEN. Anschließend können Sie Vor- und Hintergrundfarben nach Ihren eigenen Wünschen einstellen.

## Speicherplatzabfragen

Das Kommando `free` verrät, wie der Speicher (also das RAM) genutzt wird. Mit der Option `-m` erfolgen alle Ausgaben in MByte. Die folgenden Zeilen sind auf einem Rechner mit 8 GByte Speicherplatz entstanden. Da ein Teil des Speichers für das Grafiksystem abgezackt wird, stehen für den Kernel und 7890 MByte zur Verfügung. Davon werden rund 2,6 GByte genutzt; ca. fünf weitere GByte werden als Cache bzw. Puffer verwendet, um Dateioperationen zu beschleunigen. Dieser Pufferspeicher kann bei Bedarf sofort Prozessen zur Verfügung gestellt werden, weswegen der verfügbare Speicherplatz mit ca. 4,7 GB beziffert wird.

```
free -m
              Gesamt  belegt  frei  gemns.  Puffer/Cache  verfügbar
Speicher:      7890   2625   366    464      4897      4756
Auslagerungssp.:  975      0    975
```

Wenn Sie wissen möchten, wie voll Ihre Festplatte ist (oder, um es genauer zu formulieren, wie voll die aktiven Dateisysteme auf den Partitionen der Festplatte sowie externen Datenträger sind), führen Sie `df -h` aus. Die Option `-h` bewirkt, dass die Ergebnisse nicht in kByte, sondern in sinnvolleren Einheiten präsentiert werden.

Standardmäßig liefert `df -h` eine schier endlose Liste von Ergebnissen, weil auch temporäre Dateisysteme sowie Dateisysteme von Snap-Paketen berücksichtigt werden. Diese sind für die Fragestellung aber nicht relevant. Die Optionen `-x tmpfs` und `-x squashfs` bewirken, dass Dateisysteme für die Typen `tmpfs` und `squashfs` ausgeblendet werden.

```
df -h -x tmpfs -x squashfs
Dateisystem          Größe Benutzt Verf. Verw% Eingehängt auf
udev                 3,9G      0  3,9G   0% /dev
/dev/mapper/ubuntu--vg-root 217G    49G 158G  24% /
/dev/sda2             705M    86M 568M  14% /boot
/dev/sda1             511M    4,7M 507M   1% /boot/efi
```

Das Ergebnis zeigt, dass auf der Systempartition (eingehängt auf `/`) fast 50 GByte genutzt werden, weitere 160 GByte sind noch frei. Der Device-Name `/dev/mapper/xxx` weist daraufhin, dass eine LVM-Installation vorliegt.

Auf den relativ kleinen Dateisystemen für die Mount-Punkte `/boot` und `/boot/efi` ist ebenfalls noch genug Platz. Die Zeile für das `udev`-Dateisystem können Sie ignorieren; sie betrifft ein virtuelles Dateisystem für Devices, das intern zwar erforderlich, aber für den Endanwender nicht von Bedeutung ist.

Mitunter ist es gut zu wissen, welche Verzeichnisse wie viel Speicherplatz beanspruchen. Diese Antwort gibt `du`. Das Kommando analysiert ausgehend vom aktuellen Verzeichnis alle Unterverzeichnisse und weist den Platzbedarf für jedes (Unter-)Verzeichnis aus. Abermals macht die Option `-h` das Ergebnis besser lesbar. Mit `--max 1` oder `--max 2` können Sie die Ausgabe auf eine oder zwei Verzeichnisebenen reduzieren, was zumeist ausreicht. Leider bietet `du` keine Möglichkeit, die Ergebnisse zu sortieren. Sie können aber mit `| grep G` aus dem Ergebnis jene Zeilen herausfiltern, die die Größenangabe `G` für GByte enthalten. Damit fallen alle Verzeichnisse weg, die weniger als 1 GByte umfassen.

```
du -h --max 1 | grep G
6,0G  ./Dropbox
3,0G  ./vagrant.d
3,5G  ./thunderbird
3,1G  ./Bilder
4,2G  ./VirtualBox VMs
24G   .
```

## Tipp

Wenn Ihnen bei der Eingabe eines Kommandos ein Tippfehler unterläuft, erhalten Sie als Ergebnis zumeist nur eine Fehlermeldung. Mit den Cursortasten können Sie durch die zuletzt eingegebenen Kommandos scrollen und Ihre Eingaben korrigieren.

## Administratortaufgaben erledigen (sudo)

Ein besonderer Benutzer auf allen Linux- und Unix-Systemen ist `root`. Er hat dieselbe Funktion wie der Administrator unter Windows, kann also uneingeschränkt Änderungen am System durchführen, Programme installieren, alle Dateien lesen, ändern und löschen etc.

Ubuntu ist aus Sicherheitsgründen so konfiguriert, dass es keine Möglichkeit gibt, sich direkt als `root` anzumelden. Stattdessen können alle Benutzer, die in der Benutzerverwaltung als Systemverwalter eingerichtet wurden, das Kommando `sudo` ausführen. Damit können einzelne Kommandos mit `root`-Rechten ausgeführt werden, wobei aus Sicherheitsgründen nochmals das eigene Login-Passwort angegeben werden muss.

Beispielsweise starten Sie durch das folgende Kommando den Texteditor `gedit`. Damit können Sie dann die Konfigurationsdatei `fstab` verändern und speichern. (Hätten Sie `gedit` ohne `sudo` gestartet, könnten Sie `fstab` zwar lesen, aber die Änderungen nicht speichern. Der Grund: Wie die meisten anderen Konfigurationsdateien gehört auch `fstab` dem Benutzer `root`. Daher darf nur `root` die Datei ändern.)

```
sudo gedit /etc/fstab
```

```
[sudo] password for user: *****
```

`sudo` merkt sich das Passwort für einige Zeit. Wenn Sie also zweimal hintereinander Administrationskommandos oder -werkzeuge starten, müssen Sie das Passwort nur einmal angeben.

Für manche administrativen Aufgaben ist es erforderlich, eine ganze Reihe von Kommandos auszuführen. Auf die Dauer ist es lästig, jedes Mal `sudo` voranzustellen. Eleganter ist es, mit `sudo -s -H` oder auch einfach nur mit `sudo -s` in den `root`-Modus zu wechseln. Die Option `-s` bewirkt, dass `sudo` eine neue Shell startet. `-H` aktiviert das

Heimatverzeichnis von root, anstatt weiterhin Ihr gewöhnliches Heimatverzeichnis zu verwenden. Alle weiteren Kommandos werden nun wie von root ausgeführt. Sie beenden den root-Modus mit `[Strg]+[D]`.

```
sudo -s
```

```
kommando1  
kommando2  
kommando3  
<Strg>+<D>
```

Welche Benutzer mit sudo administrative Rechte erwerben können, ist in der Datei `/etc/sudoers` festgeschrieben. Unter Ubuntu sind das generell alle Benutzer, die den Gruppen sudo oder admin zugeordnet sind. Das trifft standardmäßig nur für den ersten Benutzer zu, der während der Installation eingerichtet wird.

## Das aktuelle Verzeichnis wechseln (cd, pwd)

Grundsätzlich beziehen sich alle Kommandos, die Sie im Terminal ausführen, auf das gerade aktuelle Verzeichnis. Nach dem Öffnen eines Terminalfensters ist das Ihr persönliches Verzeichnis. `pwd` verrät den exakten Pfad dieses Verzeichnisses (z. B. `/home/kofler`).

```
pwd
```

Um in ein anderes Verzeichnis zu wechseln, führen Sie `cd` aus. Das folgende Kommando wechselt in das Verzeichnis `/etc`, in dem sich alle wichtigen Dateien zur Systemkonfiguration befinden.

```
cd /etc
```

`ls` liefert eine Liste aller Kommandos, die sich im aktuellen Verzeichnis befinden:

```
ls
```

## Tipp

Bei der Eingabe können Sie Kommando-, Datei- und Verzeichnisnamen mit der Taste `[Tab]` vervollständigen. Sie geben also nur die Anfangsbuchstaben an und drücken dann `[Tab]`. Im Terminal wird nun das erste passende Ergebnis angezeigt. Wenn es

noch mehr Ergebnisse geben sollte, können Sie diese durch wiederholtes Drücken von  abrufen.

## Konfigurationsdateien ansehen und ändern (less, nano)

Um im Terminal eine Datei zu lesen, verwenden Sie `less dateiname`. Anschließend können Sie mit den in der folgenden Tabelle zusammengefassten Kürzeln durch den Text blättern.

Tastenkürzel	Funktion
Cursortasten	durch den Text scrollen
/	Text suchen
?	rückwärts suchen
N	wiederholt die letzte Suche (vorwärts)
Shift+N	wiederholt die letzte Suche (rückwärts)
Q	beendet less
H	zeigt einen Hilfetext

**Tabelle 6.1:** less-Tastenkürzel

Sie können `less` auch mit dem Zeichen `|` an ein anderes Kommando anhängen. Dann wird die Ausgabe des ersten Kommandos an `less` weitergeleitet, und Sie können mit `less` in Ruhe das Ergebnis lesen. Das ist vor allem bei solchen Kommandos zweckmäßig, die seitenlange Ergebnisse liefern. Im folgenden Beispiel liefert `ls -R` eine Liste aller Dateien in allen Unterverzeichnissen (die Option `-R` steht für rekursiv).

```
ls -R | less
```

Wenn Sie eine Textdatei ändern möchten, können Sie direkt aus dem Terminal den grafischen Editor `gedit` starten, der dann in einem eigenen Fenster erscheint. Um eine Systemdatei zu ändern, müssen Sie `sudo` voranstellen:

```
sudo gedit /etc/fstab
```

Echte Terminal-Freunde bearbeiten Textdateien am liebsten *im* Terminal. Dazu müssen Sie anstelle von `gedit` einen textbasierten Editor starten. Für Einsteiger ist `nano` am besten geeignet.

```
sudo nano /etc/fstab
```

Neben `nano` gibt es unzählige weitere Editoren. *Der* klassische Unix-Editor heißt `vi` und steht unter Ubuntu standardmäßig zur Verfügung. Sein ebenso klassischer Gegenspieler `emacs` muss hingegen extra installiert werden. Mein persönlicher Favorit ist die `emacs`-Minimalvariante `jmacs`, die sich im Paket `joe` versteckt.

## Prozessverwaltung (`top`, `ps`, `kill`)

Welche Prozesse sind gerade aktiv und beanspruchen viel CPU-Kapazitäten bzw. belegen eine Menge RAM? Die Antwort auf diese Frage gibt das Kommando `top`. Die Ausgabe von `top` wird alle fünf Sekunden aktualisiert, bis Sie das Programm mit `Q` beenden. (Das folgende Listing wurde aus Platzgründen etwas gekürzt.)

```
top
top - 15:37:16 up 2 days, 4:44, 6 users, load avg: 0,73, 0,37, 0,19
Tasks: 286 gesamt, 1 laufend, 219 schlafend, 0 gestoppt, 0 Zombie
%CPU(s): 0,5 be, 0,3 sy, 0,0 ni, 99,2 un, 0,0 wa, 0,0 hi, ...
KiB Spch: 8079792 gesamt, 321476 frei, 2650076 belegt, 5108240 Puff/Ca
KiB Swap: 999420 gesamt, 999420 frei, 0 belegt. 4960912 verfügb

  PID USER      PR  NI   VIRT   RES    %CPU %MEM     ZEIT+ BEFEHL
 16506 kofler    20   0 3706904 352024    1,7  4,4   6:22.52 gnome-shell
 23056 kofler    20   0  44684   4272    1,0  0,1   0:00.06 top
 20205 root       0 -20     0     0     0,3  0,0   0:02.76 kworker
     1 root      20   0 225844   9772    0,0  0,1   0:40.07 systemd
     2 root      20   0     0     0    0,0  0,0   0:00.05 kthreadd
     4 root       0 -20     0     0    0,0  0,0   0:00.00 kworker
    ...
```

Eine Variante zu `top` ist das Kommando `ps`: Es liefert eine simple Liste aller laufenden Prozesse. Ohne weitere Optionen werden nur solche Prozesse angezeigt, die innerhalb des Terminals gestartet wurden. Wesentlich interessanter ist das Ergebnis von `ps ax`: In

dieser Form liefert `ps` detaillierte Informationen über *alle* laufenden Prozesse. Mit einem nachgestellten `grep` können Sie die in der Regel sehr lange Ergebnisliste mit einem Suchbegriff filtern.

```
ps ax | grep gnome
```

```
16491 ?      S1      0:00 /usr/lib/at-spi2-core/at-spi2-registryd ...
16506 tty2    S1+    6:29 /usr/bin/gnome-shell
16547 ?      S1      0:00 /usr/lib/gnome-shell/gnome-shell-calend...
16559 ?      SL1    0:00 /usr/lib/gnome-online-accounts/goa-daemon
16574 ?      S1      0:00 /usr/lib/gnome-online-accounts/goa-iden...
16611 tty2    S1+    0:00 /usr/lib/gnome-settings-daemon/gsd-power
...
```

Normalerweise endet ein Prozess mit dem Programmende. Aber leider kommt es auch unter Linux vor, dass Programme Fehler enthalten, sich nicht mehr stoppen lassen und womöglich immer mehr Speicher und CPU-Kapazität beanspruchen. In solchen Fällen muss der Prozess gewaltsam beendet werden. Bei textorientierten Kommandos hilft in den meisten Fällen einfach `[Strg]+[C]`. Damit wird das Kommando sofort beendet.

Um ein anderes Programm zu beenden, verwenden Sie das Kommando `kill`. Es versendet Signale an einen laufenden Prozess, der durch die PID-Nummer spezifiziert wird. (Diese Nummer können Sie mit `top` oder `ps` ermitteln.) Um ein Programm »höflich« zu beenden, verwendet `kill` standardmäßig das Signal 15. Das Programm hat nun die Möglichkeit, geordnet den Rückzug anzutreten, offene Dateien zu schließen etc. Bei abgestürzten oder außer Kontrolle geratenen Prozessen hilft das aber nichts. Hier muss das Signal 9 eingesetzt werden, das das Programm auf der Stelle beendet (im folgenden Beispiel für den Prozess 2725):

```
kill -9 2725
```

`kill` kann normalerweise nur für eigene Prozesse verwendet werden. Um Prozesse anderer Benutzer bzw. Systemprozesse zu beenden, müssen Sie `sudo kill` ausführen.

`killall` ist eine bequeme Alternative zu `kill`. Sie geben hier nicht die Prozessnummer, sondern den Programmnamen an. Allerdings werden nun *alle* Prozesse dieses Namens beendet.

```
killall -9 firefox
```

## Pakete installieren (apt)

Das Programm *Software* bietet einen sehr komfortablen Weg, um zusätzliche Programme zu installieren. Erfahrene Linux-Anwender, die wissen, in welchem Paket sich ein bestimmtes Programm versteckt, sind aber mit dem Kommando `apt` wesentlich schneller am Ziel:

```
sudo apt install gimp
```

Wenn zusammen mit dem angegebenen Paket weitere, abhängige Pakete installiert werden sollen, müssen Sie den Installationsprozess mit `[j]` bestätigen. Um ein Paket wieder zu entfernen, führen Sie `apt remove name` aus. Updates erledigen Sie so:

```
sudo apt update  
sudo apt full-upgrade
```

Dabei bewirkt `apt update` nur, dass `apt` nachsieht, welche neuen Pakete in den Paketquellen zur Verfügung stehen. Das eigentliche Update führt erst `dist-upgrade` durch.

## Arbeiten auf anderen Rechnern (ssh)

Kommandos, die Sie in einem Terminalfenster ausführen, gelten natürlich für den lokalen Computer und werden auch dort ausgeführt. Manchmal wäre es aber praktisch, Kommandos auf einem fremden Rechner auszuführen – z. B. auf einem Root-Server. Genau diese Möglichkeit gibt das Kommando `ssh`. Sie starten das Programm in einem Terminal und müssen dann das Login-Passwort für den gewünschten Benutzer auf dem externen Server angeben.

```
ssh benutzername@rechnername
```

```
Password: *****
```

```
Last login: Apr 18 14:28:42 2016 from 192.168.0.228
```

### Tipp

Wenn der Benutzername auf dem lokalen und dem externen Rechner identisch sind, können Sie auf `benutzername@` verzichten. Das `ssh`-Kommando verkürzt sich dann zu `ssh rechnername`.

Die Verbindung zwischen dem lokalen und dem externen Rechner wird aus Sicherheitsgründen verschlüsselt. Daher wird beim ersten Login auf einem externen Rechner dessen Schlüssel auf Ihren lokalen Rechner übertragen. Da der Schlüssel beim ersten Mal noch unbekannt ist, fragt ssh, ob Sie das wollen. Nach der Antwort yes können Sie beliebige Textkommandos ausführen.

Die Verwendung von ssh setzt voraus, dass auf dem externen Rechner ein SSH-Server läuft. Wenn es sich dabei um einen Ubuntu-Rechner handelt, müssen Sie dort vorher mit `apt install openssh-server` den SSH-Server installieren.

Falls Sie auf dem externen Rechner auch Programme mit grafischer Benutzeroberfläche ausführen möchten, müssen Sie ssh mit der zusätzlichen Option `-X` starten. Auf dem externen Rechner gestartete Programme mit grafischer Benutzeroberfläche erscheinen nun auf Ihrem lokalen Rechner! Das funktioniert allerdings nur, wenn die auf beiden Rechnern eingesetzten Bibliotheken des Grafiksystems (Xorg) zueinander kompatibel sind. Ein flüssiges Arbeiten ist nur möglich, wenn eine schnelle Netzwerkverbindung besteht.

```
ssh -X benutzername@rechnername
```

## Dateien im Netzwerk kopieren (scp und rsync)

Sie können das SSH-Protokoll auch zum sicheren Kopieren von Dateien zwischen unterschiedlichen Rechnern einsetzen. Das Kommando scp unterstützt dabei eine Menge Syntaxvarianten, von denen hier lediglich zwei demonstriert werden. Das erste Kommando kopiert eine lokale Datei auf einen externen Rechner. Bei der Ausführung des Kommandos müssen Sie wieder das Passwort des Benutzers auf dem externen Rechner angeben.

```
scp lokaledatei benutzername@rechnername:/verzeichnis/dateiname
```

Das zweite Kommando kopiert eine externe Datei in das aktuelle Verzeichnis (Linux-typisch durch einen Punkt abgekürzt), wobei der Dateiname unverändert bleibt.

```
scp benutzername@rechnername:/verzeichnis/dateiname .
```

Wenn Sie nicht nur einzelne Dateien, sondern ganze Verzeichnisbäume kopieren bzw. synchronisieren möchten, setzen Sie das Kommando `rsync` ein. Zur sicheren Datenübertragung wird `rsync` meist in Kombination mit SSH eingesetzt (Option `-e ssh`).

Damit `rsync` eine Synchronisation zwischen vernetzten Rechnern durchführen kann, muss das Programm auch auf dem zweiten Rechner installiert sein. Außerdem muss auf dem Partnerrechner ein SSH-Server so konfiguriert sein, dass SSH-Logins möglich sind. Bei langsamen Netzwerkverbindungen kann die zusätzliche Option `-z` eingesetzt werden. Sie bewirkt die Komprimierung des `rsync`-Datenaustauschs. Das führt zu einer stärkeren CPU-Belastung auf beiden Rechnern, die leider nicht immer mit der erhofften schnelleren Synchronisierung einher geht.

Die Angabe der Quell- und Zielverzeichnisse erfolgt in der Schreibweise `hostname:verzeichnis` bzw. `username@hostname:verzeichnis`, falls nicht der aktuelle Benutzername verwendet werden soll. Das folgende Kommando synchronisiert das Verzeichnis `verz1` des lokalen Benutzers mit dem Verzeichnis `verz2` auf dem Rechner `kofler.info`. Dabei muss das Login-Passwort des Benutzers `username` auf dem Rechner `kofler.info` eingegeben werden.

```
rsync -e ssh -az verz1/ username@kofler.info:verz2/
```

`rsync` kann Dateien auch von einem entfernten Rechner auf den lokalen übertragen. Das folgende Kommando synchronisiert also in die umgekehrte Richtung:

```
rsync -e ssh -az username@kofler.info:verz2/ verz3/
```

## Tipp

Bei aller Begeisterung für das Terminal ist es gut zu wissen, dass auch der Dateimanager Nautilus SSH- und SCP-kompatibel ist! Wenn Sie in Nautilus `Strg`+`L` ausführen, können Sie die Adresse `ssh://benutzername@rechnername` eingeben. Nautilus fragt Sie nach dem Login-Passwort auf dem externen Rechner, stellt eine SSH-Verbindung her und zeigt dann die externen Dateien an. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, unkompliziert und mit dem ganzen Komfort von Nautilus Dateien zu bearbeiten.

## 6.5 SSD-TRIM

Ubuntu läuft auf SSDs (Solid State Disks) vollkommen problemlos – und natürlich viel schneller als auf herkömmlichen Festplatten. Allerdings unterscheidet sich die Nutzung von SSDs in einem Punkt von herkömmlichen Festplatten: Für die interne Optimierung der Speicherzellen ist es erforderlich, dass das Betriebssystem (also Ubuntu) die SSD darüber informiert, welche Speicherblöcke des Dateisystems momentan ungenutzt sind (etwa, weil eine Datei gelöscht worden ist). Dieser Vorgang wird SSD-TRIM genannt. Die technischen Hintergründe können Sie in der [Wikipedia](#) nachlesen.

Ubuntu führt einmal wöchentlich ein SSD-TRIM durch. Für das SSD-Trim ist das neue Kommando `fstrim --all` verantwortlich. Es durchläuft alle momentan aktiven Dateisysteme, stellt fest, ob sich diese auf einer SSD befinden, und führt für diese dann `fstrim` aus. Um den wöchentlichen Aufruf kümmert sich die Timer-Funktion von `systemd`. Die entsprechenden Konfigurationsdateien lauten `/lib/systemd/system/fstrim.timer` und `/lib/systemd/system/fstrim.service`.

Im Gegensatz zu früheren Versionen müssen Sie sich als um nichts kümmern, das SSD-TRIM erfolgt automatisch.

## 6.6 Swap-Datei

Seit Ubuntu 17.04 verzichtet das Installationsprogramm bei gewöhnlichen Desktop-Installationen darauf, eine eigene Swap-Partition einzurichten. Die Swap-Partition diente als Puffer, um Teile des Arbeitsspeichers auszulagern, wenn das RAM zu klein ist. Die Swap-Partition hatte allerdings den Nachteil, dass ihre Größe unveränderlich vorgegeben war. Standardmäßig wurde die Swap-Partition unnötig groß dimensioniert, der entsprechende Platz auf der Festplatte oder SSD war damit verloren.

Anstelle der Swap-Partition sieht Ubuntu nun die Datei `/swapfile` vor. Die Größe wird bei der Installation mit maximal 5 % des verfügbaren Platzes in der Root-Partition bzw. mit maximal 2 GByte festgelegt. (Der kleinere zutreffende Wert gilt.) Im Terminal können Sie die Größe der Swap-Datei so feststellen:

```
ls -lh /swapfile
-rw----- 1 root root 1,2G Apr  4 09:23 /swapfile
```

Im Normalfall brauchen Sie sich um die Swap-Datei nicht zu kümmern. Ob die Swap-Datei tatsächlich genutzt wird, können Sie mit `free -h` feststellen. Auf dem folgenden Testsystem mit relativ wenig RAM werden fast 500 MByte der Datei genutzt:

```
free -h
```

	Gesamt	belegt	frei	gemns.	Puffer/Cache	verfügbar
Speicher:	1,7G	936M	99M	41M	712M	609M
Auslagerungssp.:	1,2G	478M	708M			

Aber selbst auf Rechnern mit sehr viel RAM kann es vorkommen, dass der Linux-Kernel sich dazu entscheidet, ungenutzten Arbeitsspeicher auszulagern. Das gibt dem Kernel die Möglichkeit, mehr Dateien zwischenzuspeichern und erhöht so die Performance. Die Nutzung der Swap-Datei bzw. Swap-Partition ist also nicht automatisch ein Indikator dafür, dass Ihr Rechner zu wenig RAM hat.

## LVM- und Server-Installationen

Wenn Sie bei der Ubuntu-Installation LVM oder die Verschlüsselungsfunktion aktivieren bzw. wenn Sie eine Server-Installation durchführen, kommt weiterhin eine Swap-Partition zum Einsatz!

## Swap-Datei verkleinern oder vergrößern

Eine Swap-Datei ist im Vergleich zu einer Swap-Partition minimal langsamer, bietet dafür aber die Möglichkeit, dass ihre Größe relativ unkompliziert verändert werden kann. Um die Swap-Größe auf 512 MByte festzulegen, führen Sie der Reihe nach die folgenden Kommandos aus:

```
swapoff -v /swapfile
rm /swapfile
dd bs=1M if=/dev/zero of=/swapfile count=512
chmod 600 /swapfile
mkswap /swapfile
sync
swapon -v /swapfile
free -h
```

Eine kurze Erklärung dazu:

- `swapoff` deaktiviert die vorhandene Swap-Datei.
- `rm` löscht die Datei.
- `dd` legt eine neue Swap-Datei an und füllt sie mit 0-Bytes. Dabei werden 512 Blöcke zu je 1 MByte geschrieben. Mit dem `count`-Parameter können Sie die gewünschte Größe also leicht selbst bestimmen.
- `chmod` stellt sicher, dass nur `root` den Inhalt der Datei lesen und verändern kann. Das ist aus Sicherheitsgründen wichtig.
- `mkswap` macht aus der Datei eine Swap-Datei. (Die Datei wird dadurch gewissermaßen »formatiert«.)
- `sync` stellt sicher, dass alle Dateioperationen sofort ausgeführt werden. (Aus Performance-Gründen werden Dateioperationen oft für einige Sekunden zwischengespeichert.)
- `swapon` aktiviert die neue Swap-Datei.
- `free -h` überprüft, ob alles funktioniert.

## 6.7 Debian/Ubuntu-Pakete

Solange Sie zusätzliche Programme mit dem Programm *Ubuntu-Software* installieren und Updates mit der Aktualisierungsverwaltung durchführen, kommen Sie mit der Ubuntu-Paketverwaltung nicht direkt in Berührung.

Hinter den Kulissen ist die Paketverwaltung aber zweigeteilt:

- Ca. 99 % aller Programme und Bibliotheken Ihres Ubuntu-Systems stammen aus in Paketen in einem Format, das Debian vor ca. zwei Jahrzehnten konzipiert hat und das seither in Debian, Ubuntu, Raspbian und vielen davon abgeleiteten Distributionen im Einsatz ist. Der Umgang mit solchen Paketen steht im Mittelpunkt dieses Abschnitts.
- Das restliche Prozent der Software stammt aus Snap-Paketen. Dabei handelt es sich um eine Ubuntu-Eigenentwicklung, die auch anderen Distributionen offen steht. Snap-Pakete umgehen gewisse Einschränkungen des Debian-Paketsystems und erleichtern es, Desktop-Software distributionsunabhängig weiterzugeben. Wartungs-

und sicherheitstechnisch ist das neue Format durchaus mit Vorteilen verbunden. Der Hauptnachteil liegt jedoch in einer großen Redundanz, die zu riesigen Paketen führt. Den Umgang mit Snap-Paketen sowie einige technische Details beschreibe ich im Abschnitt [Snap-Pakete](#).

## Paketquellen

Jedes Programm, jede Bibliothek ist in einer Paketdatei verpackt. Zusammen mit jedem Paket werden auch eine Menge Zusatzinformationen gespeichert, z. B. welches Programm welche Bibliotheken erfordert. Das stellt sicher, dass bei jeder Programminstallation auch alle Voraussetzungen zur Ausführung des Programms erfüllt werden.

Woher aber kommen die Pakete? Während der Ubuntu-Installation wird lediglich eine ausgewählte Sammlung von Grundpaketen auf Ihren Rechner installiert. Alle weiteren (Update-)Pakete werden aus dem Internet heruntergeladen. Die Pakete befinden sich in sogenannten Paketquellen (Repositories), wobei es bei wichtigen Paketquellen weltweit eine Menge Server gibt, die die Paketquellen zur Verfügung stellen.

Standardmäßig werden vier Paketquellen eingerichtet:

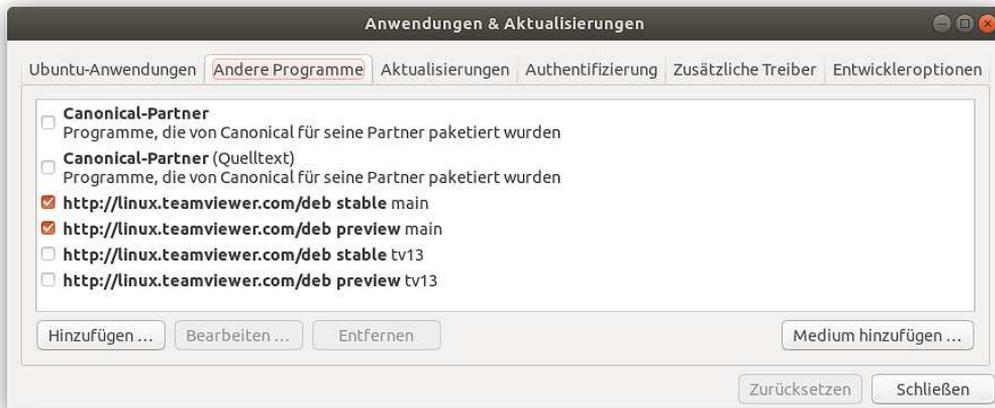
- **Main:** Diese Pakete sind offizieller Bestandteil von Ubuntu, sind frei verfügbar und können ohne Lizenzprobleme weitergegeben werden. Main-Pakete werden vom Ubuntu-Team gewartet.
- **Restricted:** Restricted-Pakete enthalten Programme, die für die Funktion von Ubuntu wichtig sind, die aber nicht als Open-Source-Software vorliegen. Dabei handelt es sich insbesondere um Hardware-Treiber für Grafik- und WLAN-Karten.
- **Universe:** Universe-Pakete enthalten Open-Source-Programme, die nicht vom Ubuntu-Team gewartet werden. Stattdessen kümmern sich Mitglieder der Ubuntu-Community um diese Pakete.
- **Multiverse:** Multiverse-Pakete enthalten Programme oder Daten, die nicht unter einer Open-Source-Lizenz stehen bzw. die nicht den Debian-Regeln für eine freie Verbreitung entsprechen.

In seltenen Fällen kann es sinnvoll sein, eine fünfte Paketquelle zu aktivieren:

- **Partner:** Die Paketquelle *Canonical Partner* enthielt in der Vergangenheit einige wenige kostenlose kommerzielle Pakete. Inzwischen übernehmen diese Rolle vor allem Snap-Pakete. Zuletzt enthielt die Partner-Paketquelle nur noch das Adobe-Flash-Plugin (das bei Bedarf aber auch ohne die Aktivierung der Partner-Quelle mit dem Paket `flashplugin-installer` installiert werden kann) und eine Google-Cloud-Bibliothek.

Zur Verwaltung der Paketquellen starten Sie das Programm *Anwendungen & Aktualisierungen*. Im Dialogblatt `UBUNTU-ANWENDUNGEN` sind die vier Standardpaketquellen aufgezählt. Außerdem können Sie hier angeben, von welchem Server die Pakete heruntergeladen werden sollen. Aus Geschwindigkeitsgründen sollten Sie einen nahegelegenen Server auswählen.

Im Dialogblatt `ANDERE PROGRAMME` können Sie die Partner-Paketquelle aktivieren sowie weitere Paketquellen einrichten, deren Adresse Sie kennen bzw. im Internet gefunden haben. Hier werden auch Paketquellen aufgezählt, die bei der Installation von externen Programmen wie *TeamViewer* oder *Google Chrome* eingerichtet wurde.



**Abbildung 6.6:** Konfiguration der Paketquellen

Intern erfolgt die Konfiguration des Paketverwaltungssystems durch Systemdateien im Verzeichnis `/etc/apt`. Die wichtigsten Paketquellen sind in `/etc/apt/sources.list` aufgezählt, weitere Paketquellen sind in den Dateien des Verzeichnisses `/etc/apt/sources.list.d` definiert.

## Authentifizierung von Paketquellen

Alle offizielle und viele inoffizielle Paketquellen verwenden durch einen Schlüssel signierte Dateien, die den Inhalt des Archivs beschreiben. Diese Inhaltsverzeichnisse enthalten wiederum Prüfsummen für alle Pakete. Dank dieses Kontrollmechanismus kann sichergestellt werden, dass niemand ein Paket nachträglich verändert. Diese Kontrolle funktioniert aber nur, wenn das Paketverwaltungsprogramm den öffentlichen Teil des Schlüssels kennt und somit die Authentizität des Paketarchivs feststellen kann.

Nach einer Standardinstallation kennt Ubuntu lediglich die Schlüssel für die offiziellen Ubuntu-Archive im Internet. Wenn Sie weitere Paketquellen einrichten, müssen Sie auch deren Schlüssel importieren. Das erfolgt in der Regel automatisch, Sie müssen nur die entsprechende Rückfrage bestätigen. Fehlt dieser Schlüssel oder verwendet ein Archiv keine Authentifizierung, werden Sie von den Paketverwaltungswerkzeugen gewarnt, dass das zu installierende Paket nicht authentifiziert werden kann. Die Installation kann nach einer Rückfrage dennoch durchgeführt werden.

## PPAs

PPA steht für *Personal Package Archive* und ist eine Möglichkeit für Ubuntu-Entwickler, aktuelle Versionen von diversen Programmen zur Verfügung zu stellen, ohne diese offiziell in die Ubuntu-Paketquellen zu integrieren. Allgemeine Informationen über PPAs finden Sie hier:

<https://launchpad.net/ubuntu/+ppas>

PPAs bieten Ubuntu-Anwendern die einfachste Möglichkeit, nicht offiziell unterstützte Programme oder Programmversionen zu installieren: Nahezu jeder dem Ubuntu-Projekt nahestehende Entwickler verwaltet ein eigenes PPA mit den gerade aktuellsten Versionen der von ihm betreuten Programme. Wenn Sie also die neueste Version von Firefox, Gimp oder LibreOffice ausprobieren möchten, bevor diese offiziell Einzug in Ubuntu hält, suchen Sie einfach nach der entsprechenden PPA!

Um der Liste der aktiven Paketquellen ein PPA hinzuzufügen, öffnen Sie das Programm *Software*, führen das Menükommando **SOFTWARE & UPDATES** aus, aktivieren das Dialog-

blatt ANDERE PROGRAMME und klicken auf den Button HINZUFÜGEN. Im Eingabefeld geben Sie nun die PPA-Definition an. Dabei handelt es sich um eine Zeichenkette in der Form `ppa:name`.

## Paketverwaltung per Kommando

Anstelle der Aktualisierungsverwaltung und des Programms *Ubuntu-Software* können Sie die Paketverwaltung auch im Terminal durchführen. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Kommandos zusammen:

Kommando	Funktion
<code>apt update</code>	aktualisiert die Informationen aus den Paketquellen
<code>apt full-upgrade</code>	führt ein Update aller Pakete durch
<code>apt install &lt;name&gt;</code>	installiert das Paket name
<code>apt remove &lt;name&gt;</code>	entfernt das Paket name
<code>apt autoremove</code>	entfernt nicht mehr benötigte Pakete
<code>apt autoclean</code>	löscht nicht mehr benötigte temporäre Dateien
<code>apt list</code>	listet alle verfügbaren Pakete auf
<code>apt list --installed</code>	listet alle installierten Pakete auf
<code>apt show &lt;name&gt;</code>	liefert eine Beschreibung des Pakets name
<code>apt search &lt;begriff&gt;</code>	sucht nach Paketen, in deren Namen oder Beschreibung der Suchbegriff vorkommt
<code>add-apt-repository ppa:xy</code>	fügt das PPA xy der Liste der Paketquellen hinzu
<code>ppa-purge ppa:&lt;xy&gt;</code>	entfernt ein PPA und alle von dort stammende Pakete
<code>dpkg -l</code>	listet alle installierten Pakete auf

<code>dpkg -L &lt;name&gt;</code>	listet alle Dateien des Pakets name auf
<code>dpkg -S &lt;datei&gt;</code>	verrät, zu welchem Paket die angegebene Datei gehört
<code>ubuntu-support-status</code>	zeigt an, welche Pakete wie lange gewartet werden

**Tabelle 6.2:** Wichtige Kommandos zur Paketverwaltung

### ppa-purge

Das Kommando `ppa-purge` steht standardmäßig nicht zur Verfügung. Das gleichnamige Paket muss vor der ersten Verwendung installiert werden.

Anstelle von `apt` können Sie auch die nahezu gleichwertigen Kommandos `apt-get` oder `aptitude` (muss extra installiert werden) verwenden. Seit Ubuntu 16.04 wird aber `apt` empfohlen; deswegen verwenden alle Paketverwaltungsbeispiele in diesem eBook `apt`.

## Die Grenzen der LTS-Update-Garantie

Beachten Sie, dass Ubuntu's fünfjährige Update-Garantie nur für Pakete aus der Ubuntu-main-Quelle gilt! Einen Überblick über alle Pakete (exklusive Snap-Pakete!) gibt `ubuntu-support-status`:

```
ubuntu-support-status
Unterstützungsüberblick für {\guillemotright}e320{\guillemotleft}:

Sie haben 1697 Pakete (91.9%), die bis April 2023 (Canonical - 5y)
unterstützt werden
Sie haben 115 Pakete (6.2%), die bis April 2021 (Gemeinschaft - 3y)
unterstützt werden
Sie haben 3 Pakete (0.2%), die bis April 2021 (Canonical - 3y)
unterstützt werden
Sie haben 0 Pakete (0.0%), die nicht/nicht mehr heruntergeladen werden
können
Sie haben 32 nicht unterstützte Pakete (1.7%)
```

Für weitere Informationen mit `--show-unsupported`, `--show-supported` oder `--show-all` ausführen

Einen Überblick, welche installierten Pakete *nicht* unter diese Garantie fallen, gibt

```
ubuntu-support-status --show-unsupported:
```

```
ubuntu-support-status --show-unsupported
```

```
...
```

Nicht unterstützt:

```
cabextract chrome-gnome-shell gnome-contacts gnome-tweak-tool  
gnome-tweaks google-chrome-stable grsync  
gstreamer1.0-fluendo-mp3 gstreamer1.0-vaapi joe  
libavcodec-extra libavcodec-extra57  
libbytes-random-secure-perl libcrypt-passwdmd5-perl  
libcrypt-random-seed-perl libgsoap-2.8.60  
libmath-random-isaac-perl libmath-random-isaac-xs-perl  
libpango1.0-0 librarian0 makepasswd python-boto  
python-cloudfiles rarian-compatible ssh-askpass  
ttf-mscorefonts-installer ubuntu-restricted-addons  
ubuntu-restricted-extras unrar virtualbox virtualbox-dkms  
virtualbox-qt
```

Hintergrundinformationen zu diesem Thema finden Sie hier:

<https://ubuntu-buch.info/die-lts-frage>

<https://heise.de/-3179960>

## IPv6-Probleme

Bei meinen Tests mit Testversionen von Ubuntu 18.04 sowie beim Betrieb älterer Ubuntu-Versionen hatte ich hin und wieder das Problem, dass apt oder andere Programme/Kommandos zur Paketverwaltung hängen geblieben waren. Die Ursache lag darin, dass APT versuchte, mit einer Paketquelle via IPv6 zu kommunizieren, obwohl ich mich gerade in einem Netzwerk ohne IPv6 befand.

Abhilfe schafft die gezielte Deaktivierung von IPv6 für das gesamte APT-System. Dazu erzeugen Sie eine neue Datei im Verzeichnis `/etc/apt/apt.conf.d`, welche die Anweisung `Acquire::ForceIPv4 "true"` enthält, z. B. so:

```
sudo -s  
echo 'Acquire::ForceIPv4 "true";' > /etc/apt/apt.conf.d/99disable-ipv6
```

Hintergrundinformationen können Sie hier nachlesen:

<https://unix.stackexchange.com/questions/9940>

## 6.8 Snap-Pakete

Ubuntu leidet wie viele andere Linux-Distributionen unter dem Problem, dass die Paketverwaltung und das Update-System zwar wunderbar funktionieren, es aber gleichzeitig so gut wie unmöglich ist, neue Versionen von wichtigen Desktop-Programmen (Gimp, LibreOffice) zu installieren. Für solche Pakete werden nur Bugfixes angeboten, aber keine vollkommen neuen Programmversionen. Der Grund: Versionssprünge betreffen selten nur das Programm an sich, sondern auch unzählige abhängige Pakete. Das kann leicht zu Inkompatibilitäten mit anderen Paketen führen. (Eine Ausnahme sind Webbrowser wie Firefox oder Chromium, die mittlerweile bei fast allen Distributionen regelmäßig komplett erneuert werden.)

Aus Sicht der Software-Anbieter gibt es ein zweites Problem: Es ist unglaublich mühsam, ein Programm in Paketform für alle erdenklichen Linux-Distributionen und -Versionen anzubieten. Viel schöner wäre es, wenn es *ein* Paketformat gäbe, das von jeder Linux-Distribution, möglichst versionsunabhängig, unterstützt würde.

Die Open-Source-Community, Red Hat sowie Canonical haben versucht, diese Problem zu lösen. Es wäre nicht Linux, wenn sich nicht wieder *zwei* Lösungswege herauskristallisieren würden:

- Canonical setzt für Ubuntu auf die selbst entwickelten *Snap*-Pakete.
- Red Hat favorisiert hingegen *Flatpaks*, ein anderes Paketformat, das ursprünglich im Gnome-Umfeld entwickelt wurde und zunächst den sperrigen Namen *xdg-Apps* hatte.

Beide Formate können für sich in Anspruch nehmen, nicht nur die einleitend skizzierten Probleme zu lösen, sondern außerdem die Ausführung der so verpackten Programme sicherer als bisher zu gestalten. (Die Programme werden, zumindest fallweise, in sandbox-ähnlichen Umgebungen ausgeführt und stellen somit ein geringeres Sicherheitsrisiko dar.)

Snap-Pakete und Flatpaks funktionieren prinzipiell distributionsübergreifend, standardmäßig steht die Infrastruktur für Snap-Pakete aber nur unter Ubuntu zur Verfügung, die für Flatpaks nur unter Fedora. Wie sich die anderen Distributoren verhalten werden, bleibt abzuwarten. Längerfristig sehe ich für Flatpaks das größere Potential, obwohl

Flatpak-Pakete aktuell den Nachteil haben, dass Sie *noch* viel größer als die ohnehin schon riesigen Snap-Pakete sind. (Ubuntu ist mit seinen Eigenlösungen in der Vergangenheit schon öfter gescheitert, z. B. mit *Unity*, *Upstart* oder *Mir*.)

Dessen ungeachtet ist das Angebot von Snap-Paketen unter Ubuntu 18.04 beachtlich. Zumindest für diese Version von Ubuntu geht an Snap-Paketen also kein Weg vorbei. Im Prinzip müssen Sie nicht wissen, wie Snap-Pakete funktionieren – deren Installation in *Ubuntu-Software* und die Ausführung der entsprechenden Programme erfolgt exakt gleich wie bei herkömmlichen Paketen im Debian-Format. Aber wenn Sie sich dafür interessieren, wie Snap-Pakete hinter den Kulissen arbeiten, dann sollten Sie weiterlesen.

### Snap- oder herkömmliches Paket?

Manche Pakete gibt es jetzt doppelt, also sowohl als Debian-Paket als auch als Snap-Paket. Ein Beispiel dafür ist Firefox. Solange Sie die Wahl haben, sollten Sie herkömmlichen Paketen den Vorzug geben.

## Snap-Interna

Der größte Unterschied zwischen normalen Paketen und Snap-Paketen besteht darin, dass Snap-Pakete »all inclusive« sind und losgelöst vom restlichen Ubuntu-System funktionieren. Ein Snap-Paket greift also nicht auf im Ubuntu-System vorhandene Bibliotheken zurück, sondern liefert eine eigene Version dieser Bibliotheken mit.

Der offensichtliche Vorteil besteht darin, dass das jeweilige Programm frei von externen Abhängigkeiten ist und so unabhängig sowohl von der Ubuntu-Version als auch von der Distribution ausgeführt werden kann.

Der ebenso offensichtliche Nachteil ist die oft unverhältnismäßige Paketgröße. Wenn mehrere Snap-Pakete installiert werden, kommt es zudem zu starken Redundanzen, die sich nicht nur im Platzbedarf auf der Festplatte/SSD manifestieren, sondern auch in einem langsameren Programmstart und einem höheren RAM-Bedarf: Während »gewöhnliche« Programme gemeinsam auf zentrale Bibliotheken zurückgreifen, müssen Snap-Programme müssen jeweils für sich ihre eigene Bibliothek in den Arbeitsspeicher laden.

Immerhin kann man diesen Ansatz sicherheitstechnisch positiv bewerten: Die Trennung von gemeinsamen Bibliotheken erlaubt auch eine weitgehende Isolierung der Snap-Programme von anderen Programmen. Manche Snap-Programme werden daher wie in einer Sandbox ausgeführt. Technische Details dazu können Sie hier nachlesen:

<https://docs.snapcraft.io/reference/confinement>

Der Linux-Experte Matthew Garrett hat in seinem [Blog](#) allerdings bereits 2016 massive Bedenken am Snap-Sicherheitskonzept geäußert. Außerdem ist bei manchen Snap-Programmen eine vollständige Isolierung gar nicht möglich. Beispielsweise muss auch ein als Snap-Paket ausgelieferter Editor auf das gesamte Dateisystem zugreifen können – sonst kann das Programm seine Aufgabe nicht erfüllen.

## Administration

Zur Administration von Snap-Paketen läuft im Hintergrund der Snap-Dämon `snapd`. Außerdem steht neben *Ubuntu-Software* das Kommando `snap` zur Verfügung, mit dem Sie Snap-Pakete suchen, installieren, auflisten, aktualisieren und wieder löschen können. Das Kommando greift dabei auf die in Ubuntu vordefinierte Snap-Paketquelle <https://snapcraft.io> zurück.

Das folgende Listing zeigt einige Anwendungsbeispiele für das `snap`-Kommando. `snap list` liefert eine Liste aller aktuell installierten Snap-Pakete. Mit `snap find` können Sie nach einem Paket suchen.

```
snap list
Name          Version      Rev   Tracking   Developer   Notes
core          16-2.32.3   4407  stable    canonical   core
gnome-3-26-1604 3.26.0     59    stable/... canonical   -
gnome-calculator 3.26.0     154   stable/... canonical   -
gnome-characters 3.26.2     69    stable/... canonical   -
gnome-logs      3.26.2     25    stable/... canonical   -
gnome-system-monitor 3.26.0    36    stable/... canonical   -
skype          8.18.0.6   23    stable    skype       classic
```

```
snap find atom
Name      Version  Developer   Notes   Summary
atomify   2.1.2    ovilab      -       Atomify LAMMPS
atom      1.25.0   snapcrafters classic  A hackable text editor for
the 21st Century.
```

Beachten Sie, dass die (De-)Installation von Paketen mit `sudo` erfolgen muss. Außerdem verlangen manche Pakete den Classic-Modus, der eine universelle Nutzung der Programme erlaubt, dafür aber eine geringere Sicherheit mit sich bringt:

```
sudo snap install atom
```

```
This revision of snap "atom" was published using classic
confinement and thus may perform arbitrary system changes
outside of the security sandbox that snaps are usually
confined to, which may put your system at risk.
```

```
If you understand and want to proceed repeat the command
including --classic.
```

```
sudo snap install --classic atom
```

```
atom 1.25.0 aus {\guillemotright}snapcrafters{\guillemotleft}
installiert
```

`snap refresh` aktualisiert alle installierten Snap-Pakete. (Ubuntu kümmert sich automatisch darum.)

```
sudo snap refresh
Alle Snaps sind aktuell
```

## Snap-Dateien

Snap-Anwendungen werden in Form von großen `*.snap`-Dateien im Verzeichnis `/var/lib/snapd/snaps` gespeichert:

```
ls -lh /var/lib/snapd/snaps/
insgesamt 669M
... 139M Apr 12 15:36 atom_141.snap
... 82M Apr 3 09:44 core_4206.snap
... 83M Apr 4 20:42 core_4327.snap
...
```

Der im Hintergrund laufende Snap-Dämon bindet diese Dateien als [SquashFS-Dateisystem](#) an der Stelle `/snap/xxx` in den Verzeichnisbaum ein und macht die Anwendungen so zugänglich:

```
df -h -t squashfs
Dateisystem    Größe Benutzt Verf. Verw% Eingehängt auf
/dev/loop0     13M   13M    0  100% /snap/gnome-characters/69
/dev/loop1    141M  141M    0  100% /snap/gnome-3-26-1604/59
/dev/loop2     3,4M   3,4M    0  100% /snap/gnome-system-monitor/36
...
/dev/loop9     139M  139M    0  100% /snap/atom/141
```

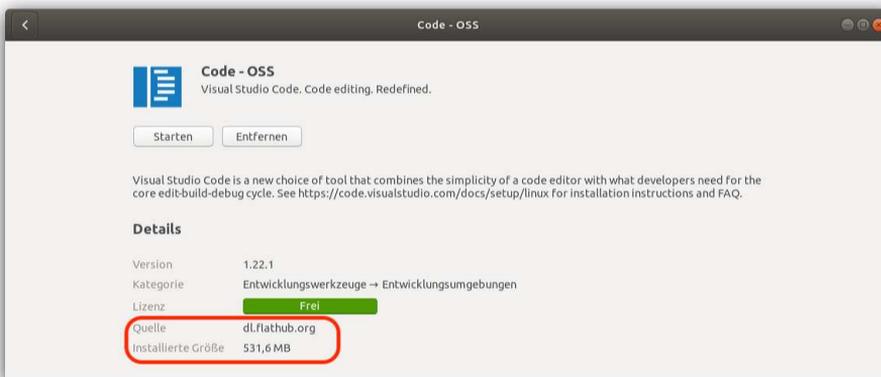
## Flatpaks in Ubuntu nutzen

Ich habe es am Beginn dieses Abschnitts schon angedeutet: Aktuell findet ein Wettkampf zwischen den neuen Paketformaten *Snap* und *Flatpak* statt. Zwar ist es Canonical gelungen, auf <https://snapcraft.io/store> ein großes Software-Angebot zusammenzustellen, es gibt aber auch Programme, die sich aktuell nur als Flatpaks unkompliziert installieren lassen.

Damit Sie Flatpaks unter Ubuntu nutzen können, müssen Sie das gleichnamige Paket installieren. Wenn Sie Flatpaks innerhalb von *Ubuntu-Software* installieren möchten, brauchen Sie außerdem das Paket `gnome-software-plugin-flatpak`. Schließlich müssen Sie mit `flatpak remote-add https://flathub.org` als Paketquelle einrichten.

```
sudo apt install flatpak gnome-software-plugin-flatpak
```

```
sudo flatpak remote-add --if-not-exists flathub \
    https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo
```



**Abbildung 6.7:** Visual Studio Code wurde als Flatpak in Ubuntu-Software installiert

Nach einem Neustart des Rechners zeigt *Ubuntu-Software* nun auch Flatpak-Pakete in den Suchergebnissen an. (Bei Doppelgängern sollten Sie in der Detailbeschreibung nachsehen, um welche Art von Paket es sich handelt. Bei Snap-Paketen ist die Ubuntu-Integration aktuell besser – im Zweifelsfall sollten Sie also Snap-Paketen den Vorzug geben.) Die Installation und Ausführung von Flatpaks hat bei meinen Tests problemlos gut funktioniert.

## 6.9 systemd

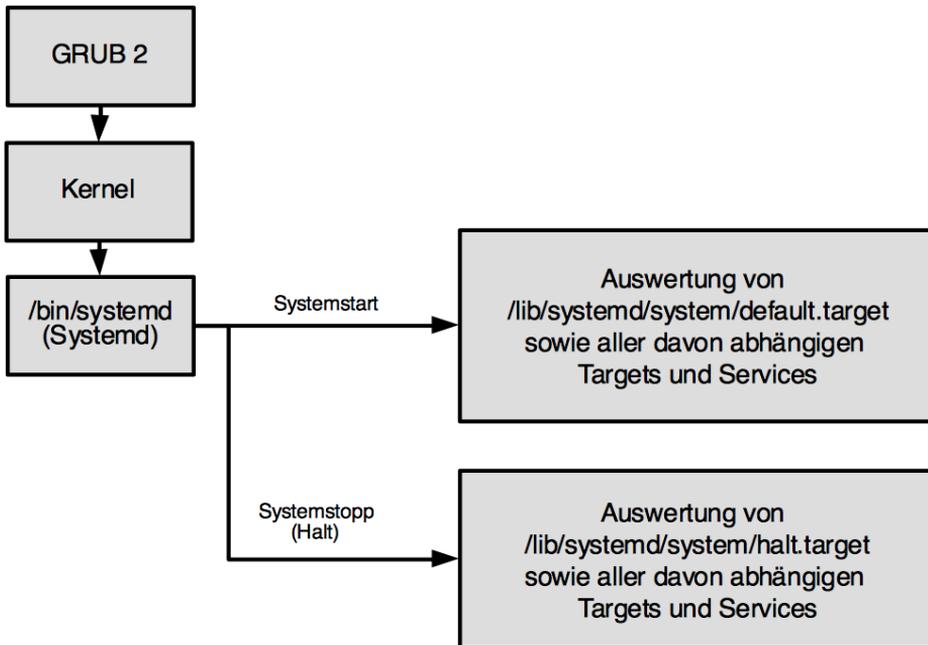
Der Startprozess von Ubuntu sieht auf einem gewöhnlichen Notebook oder PC so aus:

- EFI (ehemals das BIOS) startet den in der EFI-Partition gespeicherten Bootloader GRUB von Ubuntu.
- GRUB lädt den Linux-Kernel von der Festplatte/SSD in den Arbeitsspeicher und startet den Kernel.
- Der Kernel führt einige elementare Initialisierungsarbeiten durch und startet dann seinerseits das Init-System *systemd*.
- *systemd* setzt die Initialisierung fort, aktiviert Dateisysteme, stellt die Netzwerkverbindung her, startet die grafische Benutzeroberfläche und bei Bedarf Netzwerkdienste wie den SSH- oder Web-Server.

Das Init-System *systemd* hat in den vergangenen Jahren bei den meisten Linux-Distributionen das alte Init-V-System bzw. unter Ubuntu Upstart abgelöst.

Der zu erreichende Betriebszustand heißt in der *systemd*-Nomenklatur »Target«. Ubuntu läuft üblicherweise im Target `graphical` (Desktop-Betrieb) bzw. `multi-user` (Ubuntu Server). Targets können voneinander abhängig sein; wie das folgende Kommando zeigt, sind normalerweise mehrere Targets gleichzeitig aktiv:

```
systemctl list-units --type target
UNIT                                LOAD    ACTIVE SUB    DESCRIPTION
basic.target                        loaded active active Basic System
cryptsetup.target                   loaded active active Encrypted Volumes
getty.target                         loaded active active Login Prompts
graphical.target                     loaded active active Graphical Interface
...
```



**Abbildung 6.8:** Ubuntu-Startprozess

Zum Herunterfahren bzw. Neustarten des Rechners gibt es mit `halt`, `shutdown` und `reboot` eigene Targets.

Jedes Target definiert eine Liste von Funktionen bzw. Diensten, die zur Erreichung des Targets aktiviert bzw. gestartet werden müssen. Für Netzwerkdämonen wie `sshd` oder `apache2` gibt es entsprechend eigene Service-Dateien, die festschreiben, wie der jeweilige Dienst zu starten bzw. zu stoppen ist. Die folgenden Zeilen zeigen die Service-Datei des SSH-Servers:

```

# Datei /lib/systemd/system/ssh.service
[Unit]
Description=OpenBSD Secure Shell server
After=network.target auditd.service
ConditionPathExists=!/etc/ssh/sshd_not_to_be_run

[Service]
EnvironmentFile=-/etc/default/ssh
ExecStartPre=/usr/sbin/sshd -t
ExecStart=/usr/sbin/sshd -D $SSH_OPTS
ExecReload=/usr/sbin/sshd -t
  
```

```
ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID
KillMode=process
Restart=on-failure
RestartPreventExitStatus=255
Type=notify
RuntimeDirectory=sshd
RuntimeDirectoryMode=0755
```

```
[Install]
WantedBy=multi-user.target
Alias=sshd.service
```

Eine Liste aller laufenden bzw. bereits beendeten Dienste liefert das folgende Kommando:

```
systemctl list-units --type service
UNIT                                LOAD    ACTIVE SUB    DESCRIPTION
accounts-daemon.service            loaded active running Accounts Service
acpid.service                       loaded active running ACPI event daemon
alsa-restore.service               loaded active exited Save/Restore ...
apparmor.service                   loaded active exited AppArmor initial...
apport.service                      loaded active exited LSB: automatic crash
...
gdm.service                         loaded active running GNOME Display Manager
grub-common.service                loaded active exited LSB: ... successful
...
```

Bei den wenigen mit LSB gekennzeichneten Diensten gibt es keine dazugehörige systemd-Konfigurationsdatei. Vielmehr erfolgt der Start durch ein altes Init-V-Script aus dem Verzeichnis `/etc/init.d`.

## systemd-Konfiguration und -Administration

Die Konfigurationsdateien von systemd befinden sich in den Verzeichnissen `/lib/systemd` und `/etc/systemd`. Soweit eigene Änderungen überhaupt erforderlich sind, sollten diese möglichst in `/etc/systemd` durchgeführt werden.

Die Konfiguration von systemd erfolgt durch das Kommando `systemctl`. Damit können Sie einzelne Dienste starten bzw. stoppen, das Default-Target einstellen etc. Die folgenden Zeilen geben dafür einige Beispiele:

```
sudo systemctl ssh start          # SSH-Server jetzt starten
sudo systemctl ssh stop           # SSH-Server jetzt beenden
sudo systemctl ssh status        # SSH-Status ermitteln
sudo systemctl ssh enable        # SSH in Zukunft autom. starten
sudo systemctl ssh disable       # SSH in Zukunft nicht starten
sudo systemctl isolate halt      # Rechner herunterfahren
                                  # Default-Target einstellen:
sudo systemctl set-default multi-user.target
```

## 6.10 Logging und Journal

Der Linux-Kernel sowie diverse Systemdienste («Dämonen») protokollieren regelmäßig Statusinformationen und Fehlermeldungen. Damit nicht jedes Programm eigene Logging-Funktionen implementieren muss, gibt es unter Unix/Linux einen sogenannten Syslog-Dienst. Programmen, die das Syslog verwenden, steht damit eine zentrale, einfach zu nutzende Schnittstelle zur Verfügung.

Die tatsächliche Implementierung des Syslog-Diensts unter Ubuntu ist momentan zweigleisig. Einerseits gibt es den standardmäßig installierten Dienst `rsyslogd`, andererseits das zu `systemd` gehörende `Journal`.

### rsyslog

Der Dienst `rsyslogd` wertet die Konfigurationsdateien `/etc/rsyslog.conf` sowie `/etc/rsyslog.d/*.conf` aus. Dort ist festgelegt, welche Nachrichten in welchen Textdateien gespeichert werden. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Logging-Dateien unter Ubuntu zusammen. Beachten Sie, dass manche Nachrichten mehrfach protokolliert werden.

Um zu vermeiden, dass die Logging-Dateien uneingeschränkt ständig größer werden, kümmert sich der `logrotate`-Dienst darum, dass regelmäßig neue Logging-Dateien eingerichtet werden. Die alten Logging-Dateien werden zuerst umbenannt (`syslog.1`), dann komprimiert (`syslog.2.gz`) und nach einer Weile vollständig gelöscht.

Datei	Inhalt
auth.log	Authentifizierung und Login
kern.log	Kernelnachrichten
mail.log	alle Nachrichten des Mail-Servers
mail.err	Fehlermeldungen des Mail-Servers
syslog	alle Warnungen und Fehlermeldungen

**Tabelle 6.3:** Logging-Dateien in `/var/log` (rsyslog)

## Journal

Das Logging im Textformat ist mit Nachteilen verbunden: Zum einen beansprucht es relativ viel Platz, zum anderen ist es vor Manipulationen nicht sicher. Das neue *Journal* behebt diese beiden Mängel durch ein binäres Logging-Format mit eingebauten Prüfsummen. In der Ubuntu-Konfiguration werden diese binären Dateien in Unterverzeichnissen zu `/var/log/journal` gespeichert.

Zur Auswertung der Journal-Logging-Dateien verwenden Sie das Kommando `journalctl`. Ohne weitere Parameter liest `journalctl` die binäre Logging-Datei, wandelt die dort gespeicherten Daten in Text um und zeigt diesen Text mit `less` an. Sie können nun durch die Logging-Meldungen scrollen. Die neuesten Meldungen befinden sich im Text ganz unten. Sie können mit der Taste `>` dorthin springen.

Durch folgende Optionen können Sie die von `journalctl` präsentierten Nachrichten einschränken:

- `-b` zeigt nur die Nachrichten seit dem letzten Neustart des Rechners.
- `-f` startet `journalctl` im Dauerbetrieb, wobei ständig die gerade eintreffenden Nachrichten angezeigt werden. `[Strg]+[C]` beendet das Kommando.
- `-k` zeigt nur Kernelnachrichten.
- `-n x` zeigt nur die letzten `x` Zeilen.
- `-t name` zeigt nur Nachrichten für das angegebene Syslog-Stichwort (`tag`).

- `-u name` zeigt nur Nachrichten für den angegebenen systemd-Dienst (Unit, z. B. `avahi-daemon`).
- `--user` zeigt benutzerspezifische Logging-Meldungen anstelle des System-Logs.

Das folgende Kommando zeigt die letzten 10 Nachrichten des ssh-Dienstes:

```
journalctl -u ssh -n 10
-- Logs begin at Wed 2018-04-04 16:24:15 CEST, end at
   Thu 2018-04-12 18:30:42 CEST. --
17:32:38 e320 sshd[1140]: Server listening on :: port 22.
17:32:38 e320 systemd[1]: Reloading OpenBSD Secure Shell server.
17:32:38 e320 sshd[1140]: Received SIGHUP; restarting.
17:32:38 e320 systemd[1]: Reloaded OpenBSD Secure Shell server.
17:32:38 e320 sshd[1140]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
17:32:38 e320 sshd[1140]: Server listening on :: port 22.
18:12:14 e320 sshd[12581]: Accepted password for kofler from
                        10.0.0.21 port 63192 ssh2
...
```

# 7 Programmierung

Dieses Kapitel soll Ihnen Appetit darauf machen, unter Ubuntu Programmieren zu lernen bzw. Ihr schon vorhandenes Coding-Wissen auch unter Linux zur Anwendung zu bringen. Das Kapitel konzentriert sich auf drei Programmiersprachen:

- **bash:** Die *Bourne Again Shell*, kurz bash, haben Sie bereits im vorigen Kapitel kurz kennengelernt – und zwar als Kommandointerpreter, der im Terminalfenster Eingaben entgegennimmt, Kommandos ausführt und die Ergebnisse anzeigt. Die bash kann aber auch als einfache Programmiersprache verwendet werden. Unter Linux ist die bash ein sehr populäres Hilfsmittel, um Administrationsaufgaben zu automatisieren, z. B. Backups oder die Synchronisierung von Verzeichnissen.
- **Python:** Im Vergleich zur bash ist Python eine *echte* Programmiersprache mit einer klaren Syntax, ungleich mehr Möglichkeiten und Erweiterungen und einer viel höheren Verarbeitungsgeschwindigkeit. Dem steht freilich auch eine höhere Komplexität gegenüber. Der Platz in diesem eBook lässt eine echte Einführung in Python nicht zu; ich präsentiere Ihnen aber in einigen Beispielen die Möglichkeiten von Python.
- **Java:** Java ist gewissermaßen *die* Unterrichtssprache, mit der jedes Jahr Tausende von Schülern und Studenten Programmieren lernen. Wie bei Python konzentriere ich mich hier darauf, Ihnen die unter Ubuntu zur Verfügung stehenden Werkzeuge anhand einiger Beispiele vorzustellen.

Ein abschließender Abschnitt zum Programm Cron erklärt Ihnen schließlich, wie Sie eigene Programme regelmäßig automatisch ausführen können, z. B. jeden Tag zu Mittag.

## 7.1 bash-Einführung

### »Hello World!«

Das erste Programm, das üblicherweise ein Einsteiger in einer neuen Programmiersprache verfasst, lautet *Hello World!*. Die Aufgabe des Programms besteht darin, *Hello World!* auf dem Bildschirm bzw. in einem Terminalfenster auszugeben. Nicht sehr eindrucksvoll, werden Sie vielleicht denken . . . Aber in Wirklichkeit geht es bei *Hello World!* weniger um die Aufgabe an sich, sondern darum, den zum Programmieren erforderlichen Werkzeugkasten kennenzulernen.

Um also *Hello World!* in der *bash* zu realisieren, müssen Sie die auszuführenden Kommandos in einer Textdatei speichern. Dazu benötigen Sie einen Texteditor. Für die ersten Experimente empfehle ich Ihnen das vorinstallierte Programm *Gedit*. Suchen Sie einfach im Startmenü nach *gedit* oder nach *textbearbeitung* und starten Sie das gleichnamige Programm. Dort geben Sie die folgenden beiden Zeilen ein und speichern die Datei dann unter dem Namen `hello-world`.

```
#!/bin/bash  
echo "Hello World!"
```

Die erste Zeile folgt einer speziellen Syntaxkonvention: Nach `#!` folgt der exakte Dateiname des Interpreters, der die weiteren Zeilen des Programms ausführen soll. Das hier vorliegende Miniprogramm soll also vom Programm `/bin/bash` verarbeitet werden. In der zweiten Zeile verwenden Sie zur Ausgabe einer Zeichenkette das Kommando `echo`.

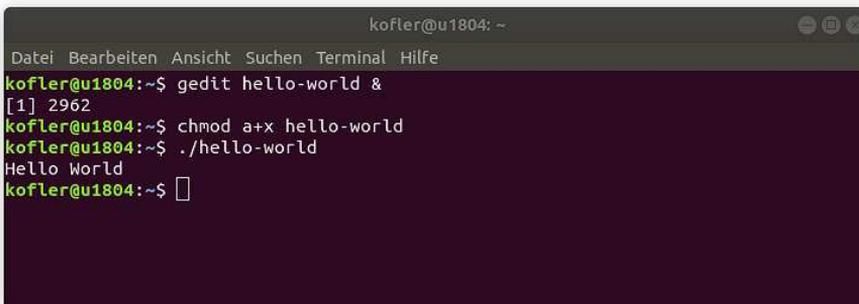
Die gespeicherte Datei ist nun vorerst eine ganz gewöhnliche Textdatei. Damit Ubuntu weiß, dass es sich um ein Script bzw. Programm handelt, müssen Sie die Datei entsprechend kennzeichnen. Dazu öffnen Sie ein Terminalfenster und setzen mit `chmod` das *execute*-Zugriffsbit. Anschließend können Sie das Programm in der Form `./dateiname` ausführen:

```
chmod a+x hello-world  
./hello-world
```

```
Hello World!
```



```
#!/bin/bash
echo "Hello World"
```



```
kofler@u1804: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
kofler@u1804:~$ gedit hello-world &
[1] 2962
kofler@u1804:~$ chmod a+x hello-world
kofler@u1804:~$ ./hello-world
Hello World
kofler@u1804:~$
```

**Abbildung 7.1:** Oben der Editor »gedit« mit dem Hello-World-Code, unten die Ausführung des Miniprogramms in einem Terminalfenster

## Hinweis

Vielleicht fragen Sie sich, warum Sie Ihr Miniprogramm nicht einfach mit `hello-world` ausführen können, also so wie alle anderen Kommandos. Der Grund dafür ist, dass die bash standardmäßig nur Kommandos bzw. Programme ausführt, die an bestimmten Orten gespeichert sind – z. B. in den Verzeichnissen `/bin` oder `/usr/bin`.

Um ein Kommando auszuführen, das an einem anderen Ort gespeichert ist, *müssen* Sie den exakten Pfad angeben. Und genau das bewirkt `./`: Mit `.` beziehen Sie sich auf das aktuelle Verzeichnis. `./hello-world` bedeutet also, dass Sie das Programm `hello-world` im gerade aktuellen Verzeichnis ausführen wollen.

Wenn Sie wissen möchten, in welchen Verzeichnissen die bash standardmäßig nach ausführbaren Programmen sucht, führen Sie einfach in einem Terminalfenster `echo $PATH` aus. Die `PATH`-Variable enthält die Liste aller Verzeichnisse, in denen üblicherweise Programme und Kommandos gespeichert werden.

## Noch ein Beispiel

Beim Verfassen dieses eBooks habe ich eine Menge Screenshots erstellt und als \*.png-Dateien gespeichert. Die PDF-Ausgabe des eBooks habe ich dann mit LaTeX erzeugt – und dazu habe ich für jedes PNG-Bild eine entsprechende EPS-Datei (Encapsulated Post-Script) benötigt. Eine Möglichkeit wäre gewesen, nun jede PNG-Datei in GIMP zu öffnen und dort als EPS-Datei wieder zu speichern. Das ist aber natürlich viel zu umständlich. Wenige Zeilen bash-Code automatisieren die Erzeugung der EPS-Dateien:

```
#!/bin/bash
for filename in *.png; do
    epsname=${filename%.png}.eps
    echo "processing $filename $epsname"
    convert -quiet -flatten -background white $filename eps3:$epsname
done
```

Einige Anmerkungen zum Code, der in der Datei `convert2eps` gespeichert wurde: Die `for`-Schleife verarbeitet alle \*.png-Dateien im aktuellen Verzeichnis. Der jeweilige Dateiname befindet sich nun in der Variablen `filename`. Die Anweisung `epsname=...` entfernt aus dem Dateinamen die Endung `.png` und ersetzt diese durch `.eps`. `echo` zeigt an, welche Datei gerade verarbeitet wird. `convert` führt schließlich die eigentliche Konvertierung der Bild-datei um.

Das Script greift auf das Kommando `convert` aus dem Paket `imagemagick` zurück. Damit das Script funktioniert, müssen Sie dieses Paket vorher installieren:

```
sudo apt install imagemagick
```

Vergessen Sie nicht, dass Sie auch bei `convert2eps` das `execute`-Bit setzen müssen, bevor Sie das Programm erstmals ausführen können:

```
chmod a+x convert2eps
./convert2eps
    processing bild1.png
    processing bild2.png
    ...
```

## Elementare Syntaxregeln

- **Shebang/Hashbang:** Die erste Zeile des bash-Scripts gibt in der Form `#!/bin/bash` den Ort des Shell-Interpreters an. Die Zeichenkombination `#!` wird oft auch *Shebang* oder *Hashbang* genannt.
- **Kommentare:** Kommentare werden mit dem Zeichen `#` eingeleitet und reichen bis zum Ende der Zeile.
- **Anweisungen:** Grundsätzlich gilt die Regel: eine Anweisung pro Zeile. Bei sehr langen Anweisungen besteht die Möglichkeit, diese mit dem Zeichen `\` in der nächsten Zeile fortzusetzen. Umgekehrt können Sie einige kurze Kommandos mit `;` auch innerhalb einer Zeile angeben.

Ausgeführt werden können neben bash-internen Kommandos wie `cd` auch alle im Terminal verfügbaren Linux-Kommandos, also von `apt` zur Paketverwaltung bis `zip` zum Erstellen von ZIP-Archiven.

- **Zeichenketten:** Zeichenketten können wahlweise in den Formen `'abc'` oder `"abc"` angegeben werden. Diese Formen sind aber *nicht* gleichwertig! Zeichenketten in einfachen Apostrophen werden immer unverändert weitergegeben. Bei Zeichenketten in doppelten Anführungszeichen ersetzt die bash hingegen die darin enthaltene Variablen (`$varname`) durch ihren Inhalt.
- **Variablen:** Variablen werden normalerweise durch ein vorangestelltes `$`-Zeichen gekennzeichnet. Ein wenig ungewöhnlich ist in diesem Zusammenhang aber, dass Zuweisungen an Variablen *ohne* das `$`-Zeichen erfolgen! Also `var=3` aber `echo $var`. bash-intern speichern Variablen ausschließlich Zeichenketten, d. h., es gibt keinen Unterschied zwischen `var=3` und `var='3'`.

## Kommandos aufrufen

Viele bash-Programme sind nichts anderes als eine Aneinanderreihung von Linux-Kommandos, die ausgeführt werden sollen. Der Aufruf externer Werkzeuge, der bei fast allen anderen Programmiersprachen einen Sonderfall darstellt, ist in der bash der Normalfall und bedarf keiner besonderen Funktionen: Jede Anweisung, die die bash

nicht als internes Kommando erkennt, führt zum Aufruf des entsprechenden externen Kommandos. Dabei sucht die bash das Kommando in allen Verzeichnissen, die in der Umgebungsvariablen PATH aufgelistet sind. Findet die bash das Kommando nicht – z. B. aufgrund eines Tippfehlers oder weil das betreffende Kommando gar nicht installiert ist – tritt ein Fehler auf.

Da der Aufruf von Kommandos für die bash derart elementar ist, verwundert es nicht, dass es hierfür eine Menge syntaktischer Varianten gibt (siehe die folgende Tabelle).

Syntax	Bedeutung
<code>cmd</code>	das Kommando <code>cmd</code> ausführen
<code>cmd &amp;</code>	<code>cmd</code> im Hintergrund ausführen
<code>cmd1; cmd2</code>	zuerst <code>cmd1</code> , dann <code>cmd2</code> ausführen
<code>(cmd1; cmd2)</code>	<code>cmd1</code> und <code>cmd2</code> in der gleichen Shell ausführen
<code>cmd1 &amp;&amp; cmd2</code>	führt <code>cmd2</code> nur aus, wenn <code>cmd1</code> erfolgreich ist
<code>cmd1    cmd2</code>	führt <code>cmd2</code> nur aus, wenn <code>cmd1</code> einen Fehler liefert
<code>cmd1   cmd2</code>	<code>cmd2</code> verarbeitet die Ausgaben von <code>cmd1</code>
<code>x=\$(cmd)</code>	speichert die Ausgaben von <code>cmd</code> in der Variablen <code>x</code>
<code>x=`cmd`</code>	wie oben

**Tabelle 7.1:** Aufruf von Kommandos

Oft sollen die aufzurufenden Kommandos Dateien verarbeiten. Dabei darf der Dateiname die in der folgenden Tabelle präsentierten Jokerzeichen enthalten. `cat *.txt` zeigt also alle Dateien mit der Endung `.txt` an. Noch wesentlich mehr Möglichkeiten zur Suche nach Dateien bietet das Kommando `find`.

Syntax	Bedeutung
?	genau ein beliebiges Zeichen
*	beliebig viele (auch null) beliebige Zeichen
[abc]	eines der angegebenen Zeichen
[a-f]	eines der Zeichen aus dem Bereich
[^abc]	keines der angegebenen Zeichen
[!abc]	wie oben

**Tabelle 7.2:** Jokerzeichen zur Bildung von Dateinamen

## In andere Scripts verzweigen

Andere bash-Scripts können Sie aus Ihrem bash-Script einfach durch die Nennung des Dateinamens ausführen. Bei Scripts aus dem aktuellen Verzeichnis dürfen Sie nicht vergessen, `./` voranzustellen: Die bash sucht Kommandos und Scripts nämlich nur in den in PATH aufgelisteten Verzeichnissen. Das aktuelle Verzeichnis, dessen Ort einfach durch `.` abgekürzt wird, zählt aus Sicherheitsgründen nicht dazu.

```
#!/bin/bash
kommando
./ein-anderes-script-im-aktuellen-Verzeichnis
/usr/local/bin/noch-ein-script
```

Anstatt ein anderes Script wie ein eigenständiges Programm auszuführen, können Sie dessen Code mit `source datei` bzw. durch `. datei` auch in das aktuelle Script integrieren. Dabei kann es aber leicht zu Konflikten durch gleichnamige Variablen oder Funktionen kommen, oder zu einem unbeabsichtigten Programmende durch `exit`. Deshalb ist es zumeist sicherer, andere Scripts wie Kommandos auszuführen. Der Vorteil von `source` besteht darin, dass der Ressourcenaufwand kleiner ist. Vor allem muss keine neue Instanz der bash gestartet werden. Zweckmäßig ist diese Vorgehensweise dann, wenn Sie eigenen Code über mehrere Dateien verteilen und z. B. alle Funktionsdefinitionen in einer eigenen Datei speichern möchten.

## Ein- und Ausgabeumleitung

Normalerweise geben Kommando ihre Ergebnisse im Terminal aus. Sofern Eingaben zu verarbeiten sind, müssen diese interaktiv im Terminal eingegeben werden. In diesem Zusammenhang spricht man unter Unix/Linux von der Standardeingabe und -ausgabe. An sich ist das alles selbstverständlich – woher sonst als von der Tastatur sollten die Eingaben kommen, wo sonst als auf dem Bildschirm sollten Ergebnisse oder Fehler angezeigt werden?

Bemerkenswert ist aber die Möglichkeit, die Standardeingabe oder -ausgabe umzuleiten. Beispielsweise kann der Fall auftreten, dass das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses nicht auf dem Bildschirm angezeigt, sondern in einer Datei gespeichert werden soll. Die Standardausgabe soll also in eine Datei umgeleitet werden. Das erfolgt in der bash durch das Zeichen >:

```
ls *.pdf > inhalt
```

In der Textdatei `inhalt` befindet sich jetzt eine Liste aller `*.pdf`-Dateien im aktuellen Verzeichnis. Analog funktioniert die Eingabeumleitung mit `< datei`: Kommandos, die Eingaben von der Tastatur erwarten, lesen diese damit aus der angegebenen Datei.

Besonders praktisch ist die Kombination von Ein- und Ausgabeumleitung: Dabei werden die Ausgaben des einen Kommandos durch ein zweites Kommando verarbeitet. Diese Funktion erreichen Sie, wenn Sie zwischen den beiden Kommandos den Pipe-Operator `|` angeben. Im folgenden Beispiel liefert `ps ax` eine Liste aller laufenden Prozesse. Diese Liste wird mit `|` an `grep` weitergegeben. Das `grep`-Kommando filtert nun alle Zeilen, die den Suchbegriff `bash` enthalten:

```
ps ax | grep bash
```

Neben der Standardeingabe und -ausgabe gibt es noch den Standardfehlerkanal. Mit `2>` können auch Fehlermeldungen umgeleitet werden. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Umleiteoperatoren zusammen.

Syntax	Bedeutung
cmd > datei	speichert die Standardausgabe in der Datei
cmd >> datei	fügt die Ausgaben am Ende der Datei hinzu
cmd 2> datei	speichert Fehlermeldungen in der Datei
cmd < datei	verarbeitet die Eingaben aus der Datei
cmd1   cmd2	cmd2 verarbeitet die Ergebnisse von cmd1

**Tabelle 7.3:** Ein- und Ausgabeumleitung in der bash

## 7.2 bash-Variablen

In bash-Variablen können Sie Zeichenketten speichern. Gültige Variablenamen bestehen aus Buchstaben, Ziffern und dem Zeichen `_`. Recht eigenwillig ist die Kennzeichnung von Variablen: Wenn Sie Variablen *auslesen*, müssen Sie das Zeichen `$` voranstellen. Weisen Sie Variablen hingegen einen neuen Wert zu (also `var=...`), entfällt das `$`-Zeichen!

Die Zuweisung von Variablen erfolgt durch den Operator `=`. Den Inhalt einer Shell-Variablen zeigen Sie am einfachsten mit `echo` an:

```
var=abc
echo $var # Ausgabe abc
```

### Achten Sie auf die richtige Syntax!

Bei Variablenzuweisungen darf zwischen dem Variablenamen und dem Zeichen `=` kein Leerzeichen stehen! `var = abc` ist syntaktisch falsch und funktioniert nicht!

Grundsätzlich enthalten alle bash-Variablen Zeichenketten. `var=abc` ist demnach nur eine Kurzschreibweise für `var='abc'`. Apostrophe sind unbedingt erforderlich, wenn die zu speichernde Zeichenkette Leer- oder Sonderzeichen enthält.

Bei der Zuweisung können mehrere Zeichenketten aneinandergereiht werden. Im folgenden Beispiel wird der Variablen eine neue Zeichenkette zugewiesen, die aus ihrem alten Inhalt, der Zeichenkette und nochmals dem ursprünglichen Inhalt besteht:

```
a=3
a=$a'xxx'$a
echo $a      # Ausgabe 3xxx3
```

Wenn Variablen ganze Zahlen enthalten, können Sie damit Rechenoperationen durchführen. Dabei müssen Sie allerdings die gewöhnungsbedürftige Syntax `[$ausdruck]` einhalten. Die bash kann nur mit ganzen Zahlen rechnen und kennt keine Fließkommazahlen:

```
echo $[2+3]   # Ausgabe 5
a=3
b=4
c=$[$a/$b+1]
echo $c       # Ausgabe 1 (3/4 ergibt 0, +1)
```

Variablen und `$`-Ausdrücke in Zeichenketten mit doppelten Apostrophen werden ausgewertet. Für Zeichenketten in einfachen Apostrophen gilt dies nicht.

```
echo "a=$a b=$b c=$c $[$a+$b+$c]" # Ausgabe a=3 b=4 c=1 8
echo 'a=$a b=$b c=$c $[$a+$b+$c]' # Ausgabe a=$a ...
```

## Variablen mit read einlesen

Mit `read` können Sie Benutzereingaben durchführen. In der Regel geben Sie dazu zuerst mit `echo` einen kurzen Text aus, in dem Sie den Anwender darüber informieren, welche Eingabe Sie erwarten, beispielsweise `y/n`, einen numerischen Wert etc. Dabei ist die Option `-n` sinnvoll, damit die Eingabe unmittelbar hinter dem `echo`-Text und nicht in der nächsten Zeile erfolgt. Bei der Ausführung des anschließenden `read`-Kommandos wartet die bash so lange, bis der Anwender eine Zeile eingibt und diese mit  abschließt.

Im nächsten Beispielprogramm wird die Schleife so lange ausgeführt, bis die Zeichenkette in der Variablen nicht mehr leer ist. Nach der Eingabe durch `read` wird der gesamte Inhalt der Variablen via Parametersubstitution gelöscht, falls darin ein Zeichen außer einer Ziffer, einem Minuszeichen oder einem Leerzeichen vorkommt. Diese Kontrolle ist zwar nicht perfekt, weil sie Zeichenketten wie `"12-34-5"` und `"12 34"` akzeptiert, aber schon recht wirkungsvoll. Informationen zur Parametersubstitution mit `${var##muster}`, zur Durchführung von Vergleichen sowie zur Bildung von Schleifen folgen auf den folgenden Seiten.

```
#!/bin/bash
# einen numerischen Wert einlesen
a=                                # a löschen
while [ -z "$a" ]; do
    echo -n "Geben Sie eine Zahl ein: "
    read a
    a=${a##`[^0-9,' ',-]`} # Zeichenketten eliminieren, die
                        # Zeichen außer 0-9, dem
                        # Minuszeichen und dem Leerzeichen
                        # enthalten

    if [ -z "$a" ]; then
        echo "Ungültige Eingabe, bitte Eingabe wiederholen"
    fi
done
echo $a
```

## Umgebungsvariablen

Die bash kennt nicht nur die im Script definierten Variablen, sondern auch sogenannten Umgebungsvariablen. Dabei handelt es sich um alle vordefinierten Variablen, die bereits im Terminalfenster bekannt sind und die Sie mit dem Kommando `printenv` ermitteln können. Mit `export var[=wert]` machen Sie eine Variable zur Umgebungsvariablen. Das hat zur Folge, dass diese Variable auch in allen Kommandos oder Scripts ausgelesen werden kann, die Sie aus Ihrem Programm heraus aufrufen.

Variable	Bedeutung
HOME	das Heimatverzeichnis
LANG	Lokalisierungseinstellungen, also Sprache und Zeichensatz
PATH	Verzeichnisse, in denen nach Programmen gesucht wird
PS1	Inhalt/Aussehen des Kommandoprompts
PWD	das aktuelle Verzeichnis
USER	der Loginname des aktiven Nutzers

**Tabelle 7.4:** Wichtige Umgebungsvariablen

## Vordefinierte bash-Variablen

Innerhalb von Shell-Programmen kann auf vordefinierte Variablen zugegriffen werden. Diese Variablen können nicht durch Zuweisungen verändert, sondern nur gelesen werden – beispielsweise um die an ein Script übergebenen Parameter zu verarbeiten. Der Name der Variablen wird durch verschiedene Sonderzeichen gebildet (siehe die folgende Tabelle). Die Abkürzung PID steht dabei für *Process ID*, also die interne Prozessnummer.

Variable	Bedeutung
\$?	Rückgabewert des letzten Kommandos
\$!	PID des zuletzt gestarteten Hintergrundprozesses
\$\$	PID der aktuellen Shell
\$0	Dateiname des ausgeführten Scripts
\$#	Anzahl der Parameter
\$1 bis \$9	Parameter 1 bis 9
\$* oder \$@	Gesamtheit aller übergebenen Parameter

**Tabelle 7.5:** Vordefinierte bash-Variablen

## Felder

Neben einfachen Variablen kennt die bash auch Felder (Arrays). Das sind Datenstrukturen zur Speicherung mehrerer Werte. Gewöhnliche Arrays verwenden ganze Zahlen als Index. Beachten Sie die von vielen anderen Programmiersprachen abweichende Syntax `${feld[n]}` für den Zugriff auf das *n*-te Element.

```
x=()           # Definition eines leeren Arrays
x[0]='a'      # Array-Elemente zuweisen
x[1]='b'
x[2]='c'
```

```
x=('a' 'b' 'c') # Kurzschreibweise für die obigen 4 Zeilen
echo ${x[1]}   # ein Array-Element lesen
echo ${x[@]}   # alle Array-Elemente lesen
```

Die bash kennt auch assoziative Arrays. Dazu müssen Sie die Feldvariable explizit mit `declare -a` als assoziativ deklarieren!

```
declare -A y      # Definition eines leeren assoziativen Arrays
y[abc] = 123     # Element eines assoziativen Arrays zuweisen
y[efg] = xxx
y=( [abc]=123 [efg]=xxx ) # Kurzschreibweise
echo ${y[abc]}   # ein Array-Element lesen
```

Mit `mapfile` übertragen Sie eine ganze Textdatei zeilenweise in die Elemente eines gewöhnlichen Arrays:

```
mapfile z < textdatei
```

## Parametersubstitution

Der bash fehlen die in den meisten anderen Programmiersprachen üblichen Funktionen oder Methoden zur Bearbeitung von Zeichenketten, also z. B. zum Lesen der ersten drei oder die letzten fünf Zeichen. Stattdessen kennt die bash unter dem Begriff *Parametersubstitution* einige durchaus leistungsfähige Mechanismen, um aus Variablen Informationen zu extrahieren:

- `${var:-default}`: Wenn die Variable leer ist, liefert die Konstruktion die Defaulteinstellung als Ergebnis, andernfalls den Inhalt der Variablen. Die Variable wird nicht geändert.

```
var=
echo ${var:-abc} # Ausgabe abc
var=123
echo ${var:-abc} # Ausgabe 123
```

- `${var:=default}`: Wie oben, es wird aber gleichzeitig der Inhalt der Variablen geändert, wenn diese bisher leer war.
- `${var:+neu}`: Wenn die Variable leer ist, bleibt sie leer. Wenn die Variable dagegen bereits belegt ist, wird der bisherige Inhalt durch eine neue Einstellung ersetzt. Die Konstruktion liefert den neuen Inhalt der Variablen.

- `${var:?fehlermeldung}`: Wenn die Variable leer ist, werden der Variablenname und die Fehlermeldung ausgegeben, und das Shell-Programm wird anschließend beendet. Andernfalls liefert die Konstruktion den Inhalt der Variablen.

- `${#var}`: liefert die Anzahl der in der Variablen gespeicherten Zeichen als Ergebnis oder 0, falls die Variable leer ist. Die Variable wird nicht geändert.

```
x=' abcde '
echo ${#x}           # Ausgabe 5
```

- `${var#muster}`: vergleicht den Anfang der Variablen mit dem angegebenen Muster. Wenn das Muster erkannt wird, liefert die Konstruktion den Inhalt der Variablen abzüglich des kürzestmöglichen Textes, der dem Suchmuster entspricht. Wird das Muster dagegen nicht gefunden, wird der ganze Inhalt der Variablen zurückgegeben. Im Suchmuster können die zur Bildung von Dateinamen bekannten Joker-Zeichen verwendet werden, also `*`, `?` und `[abc]`. Die Variable wird in keinem Fall verändert.

```
dat=/home/pi/Bilder/img123.png
echo ${dat#*/}      # Ausgabe home/pi/Bilder/img123.png
echo ${dat#*.*}    # Ausgabe png
```

- `${var##muster}`: wie oben, allerdings wird jetzt die größtmögliche Zeichenkette, die dem Muster entspricht, eliminiert:

```
echo ${dat##*/}    # Ausgabe img123.png
echo ${dat##*.*}  # Ausgabe png
```

- `${var%muster}`: wie `${var#muster}`, allerdings erfolgt der Mustervergleich jetzt am Ende des Variableninhalts. Es wird die kürzestmögliche Zeichenkette vom Ende der Variablen eliminiert. Die Variable selbst bleibt unverändert. `${var%muster}` wurde im Einführungsbeispiel `convert2eps` verwendet, um aus `*.png`-Dateinamen die Endung `.png` zu entfernen.

```
echo ${dat%/*}     # Ausgabe /home/pi/Bilder
echo ${dat%.*}    # Ausgabe /home/pi/Bilder/img123
```

- `${var%%muster}`: wie oben, allerdings wird nun die größtmögliche Zeichenkette eliminiert:

```
echo ${dat%%/*}   # keine Ausgabe (leere Zeichenkette)
echo ${dat%%.*}  # Ausgabe /home/pi/Bilder/img123
```

- `${var/find/replace}`: ersetzt das erste Auftreten des Musters `find` durch `replace`:

```
x='abcdeab12ab'
echo ${x/ab/xy}      # Ausgabe abcdeab12ab
```

- `${!var}` liefert den Inhalt der Variablen, deren Name in `var` als Zeichenkette enthalten ist:

```
abc=123
efg='abc'
echo ${!efg}        # Ausgabe 123
```

## Zeichenketten bilden

Wenn Sie mehrere Zeichenketten aneinanderfügen möchten, geben Sie die Zeichenketten bzw. die entsprechenden Variablen einfach direkt hintereinander an:

```
a=123
b=efg
echo $a$b           # Ausgabe 123efg
```

Mit der Syntax `{a,b,c}` bzw. `{n1..n2}` bzw. `{zeichen1..zeichen2}` können Sie Aufzählungen bilden, beispielsweise um diese anschließend in einer Schleife zu verarbeiten. In den folgenden Beispielen werden die resultierenden Zeichenketten nur ausgegeben:

```
echo {1,3,5}        # Ausgabe 1 3 5
echo {1..6}         # Ausgabe 1 2 3 4 5 6
echo {a..g}         # Ausgabe a b c d e f g
```

Werden mehrere `{}`-Ausdrücke aneinandergereiht, bildet die bash alle möglichen Kombinationen. Die bash-Nomenklatur nennt diese `{}`-Syntax *Brace Expansion*.

```
echo {ab,cd}{1,2,3} # Ausgabe ab1 ab2 ab3 cd1 cd2 cd3
echo {a..d}{4..7}  # Ausgabe a4 a5 a6 a7 b4 b5 b6 b7
                   #           c4 c5 c6 c7 d4 d5 d6 d7
```

## 7.3 bash-Schleifen, -Bedingungen und -Funktionen

Viele bash-Scripts bestehen nur aus einer Aneinanderreihung von Kommandos, die nacheinander aufgerufen werden sollen. Darüber hinaus bietet die bash aber auch diverse Möglichkeiten, um den Programmfluss zu steuern und Verzweigungen und Schleifen zu bilden:

- Verzweigungen in Shell-Programmen werden mit den Kommandos `if` und `case` gebildet. Während sich `if` eher für einfache Fallunterscheidungen eignet, ist `case` für die Analyse von Zeichenketten prädestiniert (Mustervergleich).
- Mit `for`, `while` und `until` bilden Sie Schleifen. Schleifen können mit `break` vorzeitig abgebrochen werden. `continue` überspringt die Kommandos im Inneren der Schleife, setzt diese aber fort.
- Bedingungen für Verzweigungen und Schleifen können wahlweise mit dem Kommando `test` `ausdruck` oder in der Kurzschreibweise `[` `ausdruck` `]` formuliert werden. Bei der Kurzschreibweise muss nach `[` und vor `]` jeweils mindestens ein Leerzeichen stehen!
- Mit `function` definieren Sie eigene Funktionen.
- `exit` beendet das Script vorzeitig und gibt einen Rückgabe- oder Fehlerwert zurück.

### if-Verzweigungen

Die Syntax für `if`-Verzweigungen sieht wie folgt aus:

```
if bedingung; then
    kommandos
[elif bedingung; then
    kommandos ]
[else
    kommandos ]
fi
```

Dabei sind beliebig viele `elif`-Blöcke erlaubt. Das nächste Beispiel testet, ob an das Script zwei Parameter übergeben worden sind. Wenn das nicht der Fall ist, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Das Programm wird durch `exit` mit einem Rückgabewert

ungleich 0 beendet, um so einen Fehler anzuzeigen. Andernfalls wird der Inhalt der beiden Parameter auf dem Bildschirm angezeigt.

```
#!/bin/bash
if test $# -ne 2; then
    echo "Dem Kommando müssen genau zwei Parameter übergeben werden!"
    exit 1
else
    echo "Parameter 1: $1, Parameter 2: $2"
fi
```

Als Kriterium für die Verzweigung gilt der Rückgabewert des letzten Kommandos vor `then`. Die Bedingung ist erfüllt, wenn dieses Kommando den Rückgabewert 0 liefert. Wenn `then` noch in derselben Zeile angegeben wird (nicht in der nächsten), dann muss das Kommando mit einem Semikolon abgeschlossen werden.

### Verkehrte Logik

Beachten Sie, dass in der `bash` die Wahrheitswerte für wahr (0) und falsch (ungleich 0) genau umgekehrt definiert sind als in den meisten anderen Programmiersprachen! Kommandos, die ordnungsgemäß beendet werden, liefern den Rückgabewert 0. Jeder Wert ungleich 0 deutet auf einen Fehler hin. Manche Kommandos liefern je nach Fehlertyp unterschiedliche Fehlerwerte.

Im obigen Beispiel wurde die Bedingung unter Zuhilfenahme des `bash`-Kommandos `test` gebildet. Der Operator `-ne` steht dabei für ungleich (*not equal*). `test` kommt immer dann zum Einsatz, wenn zwei Zeichenketten oder Zahlen miteinander verglichen werden sollen, wenn getestet werden soll, ob eine Datei existiert etc. Das Kommando wird im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

Das obige Programm könnte auch anders formuliert werden: Statt des `test`-Kommandos kann eine Kurzschreibweise in eckigen Klammern verwendet werden. Dabei muss nach `[` und vor `]` jeweils ein Leerzeichen angegeben werden!

Außerdem kann das zweite `echo`-Kommando aus der `if`-Struktur herausgelöst werden, weil wegen der `exit`-Anweisungen alle Zeilen nach `fi` nur dann ausgeführt werden, wenn die Bedingung erfüllt ist.

```
#!/bin/bash
if [ $# -ne 2 ]; then
    echo "Dem Kommando müssen genau zwei Parameter übergeben werden!"
    exit 1
fi
echo "Parameter 1: $1, Parameter 2: $2"
```

Grundsätzlich ist es möglich, auch einzeilige if-Konstruktionen zu bilden, beispielsweise so:

```
if [ $a -gt 1 ]; then echo "a ist größer als 1."; fi
```

Beachten Sie im obigen Code den nun erforderlichen Strichpunkt nach echo. Besonders gut lesbar sind derartige Konstruktionen freilich nicht. Für einfache Fälle besser geeignet ist diese Konstruktion, die gleichwertig zum obigen if ist:

```
[ $a -gt 1 ] && echo "a ist größer als 1."
```

Hier kommt der logische Und-Operator anstelle von if zum Einsatz: Zuerst wird mit [ ... ] die Bedingung überprüft. Nur wenn diese erfüllt ist, wird das Kommando nach && ausgeführt.

## test

In der bash ist es nicht möglich, Bedingungen direkt in der Form `if $a>1` anzugeben. Zum einen basiert die ganze Konzeption der bash darauf, dass alle Aktionen über ein einheitliches Kommandokonzept durchgeführt werden, zum anderen sind Sonderzeichen wie `>` und `<` bereits für die Umleitung von Ein- und Ausgaben reserviert. Aus diesem Grund müssen Sie zur Formulierung von Bedingungen in Schleifen und Verzweigungen das bash-Kommando `test` verwenden.

`test` liefert als Rückgabewert 0 (wahr), wenn die Bedingung erfüllt ist, oder 1 (falsch), wenn die Bedingung nicht erfüllt ist. Um den Schreibaufwand zu verringern, ist eine Kurzschreibweise in eckigen Klammern vorgesehen.

`test` wird primär in drei Aufgabenbereichen eingesetzt: zum Vergleich zweier Zahlen, zum Vergleich von Zeichenketten und zum Test, ob eine Datei existiert und bestimmte Eigenschaften aufweist. Die folgenden Beispiele zeigen drei Anwendungsfälle. Eine Referenz über *alle* `test`-Einsatzmöglichkeiten gibt wie üblich `man test`.

- `test "$x"` überprüft, ob `x` belegt ist. Das Ergebnis ist falsch, wenn die Zeichenkette 0 Zeichen aufweist, andernfalls ist es wahr.
- `test $x -gt 5` testet, ob die Variable `x` einen Zahlenwert größer 5 enthält. Wenn `x` keine Zahl enthält, kommt es zu einer Fehlermeldung. Statt `-gt` können auch die Vergleichsoperatoren `-eq`, `-ne`, `-lt`, `-le` und `-ge` verwendet werden.
- `test -f $x` testet, ob eine Datei mit dem in `x` angegebenen Namen existiert.

Testausdruck	Bedeutung
<code>[ zk ]</code>	wahr, wenn die Zeichenkette nicht leer ist
<code>[ -n zk ]</code>	wie oben
<code>[ zk1 = zk2 ]</code>	wahr, wenn die Zeichenketten übereinstimmen
<code>[ z1 -eq z2 ]</code>	wahr, wenn die Zahlen gleich groß sind ( <i>equal</i> )
<code>[ z1 -ne z2 ]</code>	wahr, wenn die Zahlen ungleich sind ( <i>not equal</i> )
<code>[ z1 -gt z2 ]</code>	wahr, wenn <code>z1</code> größer <code>z2</code> ist ( <i>greater than</i> )
<code>[ z1 -ge z2 ]</code>	wahr, wenn <code>z1</code> größer/gleich <code>z2</code> ist ( <i>greater equal</i> )
<code>[ z1 -lt z2 ]</code>	wahr, wenn <code>z1</code> kleiner <code>z2</code> ist ( <i>less than</i> )
<code>[ z1 -le z2 ]</code>	wahr, wenn <code>z1</code> kleiner/gleich <code>z2</code> ist ( <i>less equal</i> )
<code>[ -d dat ]</code>	wahr, wenn <code>dat</code> ein Verzeichnis ist ( <i>directory</i> )
<code>[ -f dat ]</code>	wahr, wenn <code>dat</code> eine Datei ist ( <i>file</i> )
<code>[ -r dat ]</code>	wahr, wenn die Datei gelesen werden darf ( <i>read</i> )
<code>[ -w dat ]</code>	wahr, wenn die Datei verändert werden darf ( <i>write</i> )
<code>[ dat1 -nt dat2 ]</code>	wahr, wenn Datei 1 neuer als Datei 2 ist ( <i>newer than</i> )

**Tabelle 7.6:** Die wichtigsten Ausdrücke zur Formulierung von Bedingungen

Anstelle von `test` `ausdruck` wird in der Regel die Kurzschreibweise `[` `ausdruck` `]` verwendet (siehe die vorige Tabelle). Dabei dürfen Sie aber nicht vergessen, zwischen den eckigen Klammern und dem Ausdruck beidseitig mindestens ein Leerzeichen anzugeben! Egal, ob Sie mit `test` oder `[ ... ]` arbeiten: Denken Sie daran, dass die `bash`-Syntax einen Strichpunkt nach der Bedingung verlangt! `if [ $a -gt 1 ] then ...` ist syntaktisch falsch, es muss `if [ $a -gt 1 ]; then ...` heißen!

`test` und die Kurzschreibweise `[` `ausdruck` `]` funktioniert in der hier beschriebenen Form auch bei den meisten anderen Shells. Die `bash` kennt aber außerdem eine Variante mit zwei eckigen Klammern mit einigen zusätzlichen Testmöglichkeiten.

Testausdruck	Bedeutung
<code>[[ zk = muster* ]]</code>	wahr, wenn die Zeichenkette mit <code>muster</code> beginnt
<code>[[ zk == muster* ]]</code>	wie oben
<code>[[ zk =~ regex ]]</code>	wahr, wenn das reguläre Muster zutrifft
<code>[[ bed1 &amp;&amp; bed2 ]]</code>	wahr, wenn beide Bedingungen erfüllt sind ( <i>and</i> )
<code>[[ bed1    bed2 ]]</code>	wahr, wenn mindestens eine Bedingungen erfüllt ist ( <i>or</i> )

**Tabelle 7.7:** `bash`-spezifische Testvarianten

## case

`case`-Konstruktionen werden mit dem Schlüsselwort `case` eingeleitet, dem der zu analysierende Parameter zumeist in einer Variablen folgt. Nach dem Schlüsselwort `in` können dann mehrere mögliche Musterzeichenketten angegeben werden, mit denen der Parameter verglichen wird. Dabei sind die gleichen Jokerzeichen wie bei Dateinamen erlaubt.

```
case ausdruck in
  muster1 ) kommandos;;
  muster2 ) kommandos;;
  ...
esac
```

Jedes Muster wird mit einer runden Klammer `)` abgeschlossen. `--*)` erkennt z. B. Zeichenketten, die mit zwei Minuszeichen beginnen. Mehrere Muster können durch `|` voneinander getrennt werden. In diesem Fall werden beide Muster getestet. Beispielsweise dient `*.c*.h)` zur Erkennung von `*.c-` und `*.h-`Dateien im selben Zweig.

Die der Klammer folgenden Kommandos müssen durch zwei Semikola abgeschlossen werden. Wenn ein `else`-Zweig benötigt wird, dann muss als letztes Muster `*` angegeben werden – alle Zeichenketten entsprechen diesem Muster. Bei der Abarbeitung einer `case`-Konstruktion wird nur der erste Zweig berücksichtigt, bei dem der Parameter dem angegebenen Muster entspricht.

Das folgende Beispiel zeigt die Anwendung von `case` zur Klassifizierung der übergebenen Parameter in Dateinamen und Optionen. Die Schleife für die Variable `i` wird für alle der Shell-Datei übergebenen Parameter ausgeführt. Innerhalb dieser Schleife wird jeder einzelne Parameter mit `case` analysiert. Wenn der Parameter mit einem Bindestrich beginnt, wird der Parameter an das Ende der Variablen `opt` angefügt, andernfalls an das Ende von `dat`:

```
#!/bin/bash
for i do      # Schleife für alle übergebenen Parameter
  case "$i" in
    -* ) opt="$opt $i";;
    * ) dat="$dat $i";;
  esac
done         # Ende der Schleife
echo "Optionen: $opt"
echo "Dateien: $dat"
```

Ein Beispiellauf des Scripts beweist die Wirkungsweise dieser einfachen Fallunterscheidung. Die in ihrer Reihenfolge wahllos übergebenen Parameter werden in Optionen und Dateinamen untergliedert:

```
test-script -x -y dat1 dat2 -z dat3
Optionen:  -x -y -z
Dateien:   dat1 dat2 dat3
```

Nach demselben Schema können `case`-Verzweigungen auch zur Klassifizierung von bestimmten Dateikennungen verwendet werden, indem im Suchmuster `*.abc` angegeben wird.

## for

Die bash kennt drei Kommandos zur Bildung von Schleifen: `for` führt eine Schleife für alle Elemente einer angegebenen Liste aus. `while` führt eine Schleife so lange aus, bis die angegebene Bedingung nicht mehr erfüllt ist, `until` führt sie dagegen so lange aus, bis die Bedingung zum ersten Mal erfüllt ist. Alle drei Schleifen können mit `break` vorzeitig verlassen werden. `continue` überspringt den restlichen Schleifenkörper und setzt die Schleife mit dem nächsten Schleifendurchlauf fort. Die folgenden Zeilen fassen die Syntax von `for` zusammen:

```
for var [in liste;] do
    kommandos
done
```

`for`-Schleifen können auch einzeilig formuliert werden. Dann muss das Kommando innerhalb der Schleife mit einem Strichpunkt abgeschlossen werden:

```
for var [in liste;] do kommando; done
```

Im ersten Beispiel werden der Variablen `i` der Reihe nach die Zeichenketten `a`, `b` und `c` zugewiesen. Im Schleifenkörper wird zwischen `do` und `done` der Inhalt der Variablen ausgegeben.

```
for i in a b c; do echo $i; done
a
b
c
```

Die äquivalente mehrzeilige Formulierung des obigen Kommandos in einer Script-Datei würde so aussehen:

```
#!/bin/bash
for i in a b c; do
    echo $i
done
```

Die Liste für `for` kann auch mit Jokerzeichen für Dateinamen oder mit `{..}`-Konstruktionen zur Bildung von Zeichenketten gebildet werden. Im folgenden Beispiel werden alle `*.jpg`-Dateien in `*.jpg.bak`-Dateien kopiert. Das Script funktioniert allerdings nur für Dateinamen, die keine Leerzeichen enthalten.

```
for file in *.jpg; do cp "$file" "$file.bak"; done
```

Oft benötigen Sie Schleifen, um eine Textdatei Zeile für Zeile abzuarbeiten. Kein Problem: Übergeben Sie an das Schlüsselwort in einfach das Ergebnis von `cat datei!` Das folgende Miniprogramm erstellt für alle Datenbanken, die in der Datei `dbs.txt` zeilenweise genannt sind, ein komprimiertes Backup in der Datei `dbname.sql.gz`:

```
#!/bin/bash
# Schleife über alle Datenbanken in dbs.txt
for db in $(cat dbs.txt); do
    mysqldump $db | gzip -c > $db.sql.gz
done
```

Wenn `for`-Schleifen ohne `in ...` gebildet werden, dann werden der Schleifenvariablen der Reihe nach alle beim Aufruf angegebenen Parameter übergeben; das entspricht also `in $*`. Ein Beispiel für solch eine Schleife finden Sie bei der Beschreibung von `case`.

## while und until

Die folgenden Zeilen fassen die Syntax für `while`- und `until`-Schleifen zusammen:

```
while/until bedingung; do
    kommandos
done
```

Im folgenden Beispiel wird der Variable `i` der Wert 1 zugewiesen. Anschließend wird die Variable im Schleifenkörper zwischen `do` und `done` so oft um 1 erhöht, bis der Wert 5 überschritten wird. Die Schleifenbedingung formulieren Sie wie bei `if` mit `test` oder mit `[ ... ]`. Das Miniprogramm gibt also die Zahlen 1, 2, 3, 4 und 5 aus:

```
#!/bin/bash
i=1
while [ $i -le 5 ]; do
    echo $i
    i=$((i+1))
done
```

Bei der einzeligen `while`-Variante dürfen Sie den Strichpunkt vor `done` nicht vergessen!

```
#!/bin/bash
i=1; while [ $i -le 5 ]; do echo $i; i=$((i+1)); done
```

Die folgende Schleife verarbeitet alle \*.jpg-Dateien im lokalen Verzeichnis. Dabei wird das Ergebnis von ls mit dem Pipe-Operator | an while weitergegeben:

```
#!/bin/bash
ls *.jpg | while read file
do
    echo "$file"
done
```

Mit while können Sie auch alle Zeilen einer Textdatei verarbeiten. Dazu verwenden Sie den Operator <, um den Inhalt der Textdatei an die while-Schleife umzuleiten. In der Schleife liest read jeweils eine Zeile – solange, bis das Ende der Textdatei erreicht wird:

```
#!/bin/bash
while read zeile; do
    echo $zeile
done < textdatei.txt
```

Der einzige Unterschied zwischen until- und while-Schleifen besteht darin, dass die Bedingung logisch negiert formuliert wird. Das folgende Kommando gibt wie das erste while-Beispiel die Zahlen 1 bis 5 aus:

```
#!/bin/bash
i=1
until [ $i -gt 5 ]; do
    echo $i
    i=$((i+1))
done
```

## break und continue

Alle bash-Schleifenvarianten können Sie vorzeitig mit break beenden. continue überspringt alle Kommandos bis done, setzt die Schleife dann aber fort.

Das nächste Beispiel zeigt eine Anwendung von break und continue. In der for-Schleife soll die Variable i die Werte von 1 bis 10 durchlaufen. rest enthält den Rest der ganzzahligen Division durch 2. Mit [ \$rest -eq 1 ] testet das Script, ob der Rest 1 beträgt, ob es sich bei i also um eine ungerade Zahl handelt. In diesem Fall werden die folgenden Kommandos mit continue übersprungen. echo gibt den Inhalt von i aus. Wenn i den

Wert 6 erreicht, wird die Schleife mit `break` beendet. Somit gibt das Programm die Zahlen 2, 4 und 6 aus:

```
#!/bin/bash
for i in {1..10}; do
  rest=${i%2}
  [ $rest -eq 1 ] && continue
  echo $i
  [ $i -eq 6 ] && break
done
```

## function

Das Schlüsselwort `function` definiert eine Subfunktion, die wie ein neues Kommando aufgerufen werden kann. Der Code der Funktion muss zwischen geschwungene Klammern gesetzt werden. Innerhalb der Funktion können mit `local` lokale Variablen definiert werden. Funktionen können rekursiv aufgerufen werden. Funktionen müssen *vor* ihrem ersten Aufruf deklariert werden!

An Funktionen können Parameter übergeben werden. Anders als bei vielen Programmiersprachen werden die Parameter nicht in Klammern gestellt. Innerhalb der Funktion können die Parameter den Variablen `$1`, `$2` entnommen werden, d. h., eine Funktion verarbeitet Parameter auf die gleiche Art und Weise wie ein bash-Script. Das folgende Mini-Script gibt *Hello World, Ubuntu!* aus:

```
#!/bin/bash
function myfunc {
  echo "Hello World, $1!"
}

myfunc "Ubuntu"
```

Das Schlüsselwort `function` ist optional. Wenn auf `function` verzichtet wird, müssen dem Funktionsnamen allerdings zwei runde Klammern folgen. Somit ist das folgende Programm gleichwertig zum obigen Beispiel:

```
#!/bin/bash
myfunc() {
    echo "Hello World, $1!"
}

myfunc "Ubuntu"
```

## Umgang mit Fehlern

In den meisten Programmiersprachen gilt: Sobald ein unbehandelter Fehler auftritt, wird das Programm beendet. Wesentlich entspannter geht es in bash-Scripts zu: Dass bei der Kommandoausführung Fehler passieren, wird als etwas Alltägliches hingenommen. Die Ausführung des Scripts wird einfach mit der nächsten Anweisung fortgesetzt.

Das gilt allerdings nicht für offensichtliche Syntaxfehler, z. B. für eine for-Schleife ohne done oder für eine Zeichenkette, die mit " beginnt, bei der das zweite "-Zeichen aber fehlt: In solchen Fällen kann die bash die weitere Programmstruktur nicht mehr entschlüsseln: Sie zeigt eine Fehlermeldung an und bricht die Codeausführung ab. Anweisungen bis zum ersten Syntaxfehler werden aber auch in diesem Fall ausgeführt.

Wenn Sie nach einem Kommando feststellen möchten, ob es korrekt ausgeführt wurde oder nicht, werten Sie die vordefinierte Variable `$*` aus. Sie enthält den Fehlercode des letzten Kommandos. Dabei bedeutet der Wert 0, dass alles in Ordnung war.

```
#!/bin/bash
command_might_fail
errcode=$?
if [ $errcode -ne 0 ]; then
    echo "Fehlercode $errcode"
fi
```

Auch wenn die hohe Fehlertoleranz der bash oft bequem ist – manchmal wollen Sie, dass ein Script beim ersten Fehler abbricht und nicht womöglich noch mehr Folgefehler produziert. Das erreichen Sie, wenn Sie in den Code `set -e` einbauen. Ab dieser Position führen Fehler zum sofortigen Ende. Wenn diese strikte Fehlerkontrolle für das ganze Script gelten soll, geben Sie die Option `-e` gleich in der ersten Zeile an:

```
#!/bin/bash -e
# dieses Script wird beim ersten Fehler abgebrochen
...
```

Bei miteinander verknüpften Kommandos gelten `set -e` bzw. die `bash`-Option `-e` nur für das Gesamtergebnis. Wenn im folgenden Beispiel `cmd1` scheitert – und sei es daran, dass es das Kommando gar nicht gibt –, dann wird `cmd2` ausgeführt. Nur wenn auch dieses Kommando zu einem Fehler führt, wird das Script abgebrochen.

```
#!/bin/bash -e
cmd1 || cmd2
```

## exit

`exit` beendet das laufende Script. Damit gibt das Script den Rückgabewert des zuletzt ausgeführten Kommandos zurück. Wenn Sie das nicht wünschen, können Sie an `exit` explizit einen Wert übergeben. Dabei wird der Wert 0 verwendet, um ein fehlerfreies Programmende zu signalisieren. Alle anderen Zahlen signalisieren einen Fehler:

exit-Code	Bedeutung
0	OK, kein Fehler
1	allgemeiner Fehler
2	Fehler in den übergebenen Parametern
3–255	andere Fehler, Bedeutung programmspezifisch

**Tabelle 7.8:** Übliche `exit`-Codes

## 7.4 bash-Beispiele

Bevor sich dieses Kapitel anderen Programmiersprachen zuwendet, geben die folgenden Listings einige konkrete Beispiele für die Anwendung von bash-Scripts.

### Backup-Script

Das folgende Script wird jede Nacht automatisch auf meinem root-Server ausgeführt. Als Erstes wird die Variable `m` initialisiert, die den aktuellen Monat als Zahl enthält. Das Kommando `date` liefert das aktuelle Datum samt Uhrzeit. Die Formatzeichenkette extrahiert daraus den Monat.

Nun erstellt `tar` ein Backup des Verzeichnisses `/var/www`. Das Archiv wird nicht direkt in einer Datei gespeichert, sondern mittels `|` an das Kommando `curl` weitergeleitet. `curl` überträgt die Daten auf einen FTP-Server (Benutzername `kofler`, Passwort `xxxx`, IP-Adresse `1.2.3.4`). Auf dem FTP-Server wird das Backup unter dem Namen `www-monat.tgz` gespeichert.

Auf diese Weise entstehen über den Verlauf eines Jahres monatliche Backup-Versionen, sodass ich notfalls auch einen alten Zustand meiner Webseite rekonstruieren kann, sofern das erforderlich sein sollte. Gleichzeitig ist der Platzbedarf der Backup-Dateien gering. Zu jedem Zeitpunkt gibt es maximal 12 Versionen, also `www-01.tgz` bis `www-12.tgz`.

Das Kommando `mysqldump` erstellt ein Backup der MySQL-Datenbank `cms`, in der das Content-Management-System (CMS) meiner Webseite alle Seiten und unzählige andere Daten speichert. Abermals wird das Backup mittels `|` an `curl` weitergegeben und auf einem FTP-Server gespeichert.

```
#!/bin/bash
m=$(date "+%m")
cd /var
tar czf - www | curl -T - -u kofler:xxxx ftp://1.2.3.4/www-$m.tgz
mysqldump -u cms -pxxxx cms | \
  curl -T - -u kofler:xxxx ftp://1.2.3.4/cms-$m.sql
```

Das gesamte Script habe ich unter dem Dateinamen `/etc/myscripts/backup` gespeichert. Um den täglichen Aufruf kümmert sich Cron (siehe Abschnitt [Cron](#)). Die Konfigurationsdatei `/etc/cron.d/backup` sieht so aus:

```
# jeden Sonntag um 3:15 Uhr
15 3 * * 0 root /etc/myscripts/backup
```

## Studenten-Accounts einrichten

Das folgende Script habe ich benötigt, als ich zu Beginn einer Linux-Lehrveranstaltung für alle Studenten und Studentinnen einen Account einrichten wollte. Ausgangspunkt war die Datei `students.txt`, die zeilenweise die Nachnamen der Studenten enthielt:

```
huber
mueller
schmidt
...
```

Nun hätte ich jeden Studenten einzeln einrichten können, entweder mit einer grafischen Benutzeroberfläche oder durch die manuelle Ausführung von `useradd`, `passwd` und `chage`. Stattdessen habe ich das folgende Mini-Script verfasst:

```
#!/bin/bash
while read s; do
    pw="$s"-1234"
    useradd $s
    echo "$name:$pw" | chpasswd
    chage -d 0 -E 2018-12-31 $s
done < studenten.txt
```

Das Script durchläuft in der `for`-Schleife die Namen aller Studenten. Der gerade aktuelle Name befindet sich in der Variablen `s`. Die Variable `pw` enthält das Startpasswort, das sich aus dem Namen plus `-1234` zusammensetzt, also beispielsweise `huber-1234`. `useradd` richtet den Account ein. `echo` gibt eine Zeichenkette in der Form `name:passwort` aus. Diese Ausgabe wird freilich nicht angezeigt, sondern mit `|` an das `chpasswd`-Kommando weitergeleitet. Diese Kommando ist dafür vorgesehen, automatisiert Passwörter festzulegen.

chage -d 0 bewirkt, dass jeder Student unmittelbar nach dem ersten Login sein Passwort ändern muss. Die Option -E 2018-12-31 hat zur Folge, dass die Accounts Ende 2018 auslaufen und dann nicht mehr genutzt werden können. Um die Accounts samt der zugeordneten /home-Verzeichnisse dann wieder zu löschen, gibt es ein weiteres Script:

```
#!/bin/bash
while read s; do
    userdel -r $s
done < studenten.txt
```

## Mehrere MySQL-Datenbanken ändern

In meiner Funktion als Datenbankadministrator muss ich gelegentlich an einer Menge gleichartiger Datenbanken Änderungen durchführen – z. B. bei 50 in ihrer Struktur gleichartigen Kundendatenbanken eine Spalte zu einer Tabelle hinzufügen. Manuell müsste ich dazu mit `mysql dbname` eine Verbindung zu jeder Datenbank herstellen und dann `ALTER TABLE tblname ADD ...` ausführen. Drei Zeilen bash-Code sorgen für mehr Effizienz:

```
#!/bin/bash
for db in $(cat /etc/mydbs.txt); do
    mysql $db < updates.sql
done
```

Das Script durchläuft alle in der Datei `/etc/mydbs.txt` zeilenweise aufgelisteten Datenbanken. Für jede Datenbank führt `mysql` nun die in der Datei `updates.sql` gespeicherten SQL-Kommandos aus. Die einzige Voraussetzung besteht darin, dass der Benutzer, der das Script ausführt, ohne explizite Passwortangabe eine Verbindung zu allen Datenbanken herstellen kann. Damit das funktioniert, müssen sich in der MySQL-spezifischen Datei `.my.cnf` (oder ab MySQL 5.6 in `.mylogin.cnf`) die erforderlichen Authentifizierungsdaten befinden.

## 7.5 Python

Python zählt in der Open-Source-Welt zu den beliebtesten Programmiersprachen überhaupt: Die Syntax ist leicht zu erlernen und gut zu lesen, die Ausführungsgeschwindigkeit ist für die meisten Aufgaben ausreichend, es gibt zahllose Erweiterungsmodule und eine ausgezeichnete Dokumentation im Netz. Was will man mehr?

Momentan sind *zwei* Versionen von Python relevant. Die aktuelle Version 3.6 ist standardmäßig installiert. Aus Kompatibilitätsgründen stehen auch Pakete für die Version 2.7 zur Verfügung. Die naheliegende Frage aller Python-Einsteiger ist natürlich, wozu Python 2.7 noch unterstützt wird, wenn es ja schon eine weit aktuellere Version gibt. Der Grund dafür ist, dass mit Python 3 eine Menge inkompatibler Änderungen durchgeführt worden sind. Die Python-Entwickler wollten aber niemanden dazu zwingen, vorhandenen Code quasi über Nacht an Python 3 anzupassen; daher wird Python 2 weiter gepflegt, voraussichtlich noch bis 2020. Für neuen Code sollten Sie aber wie in den Beispielen in diesem eBook unbedingt Python 3 verwenden!

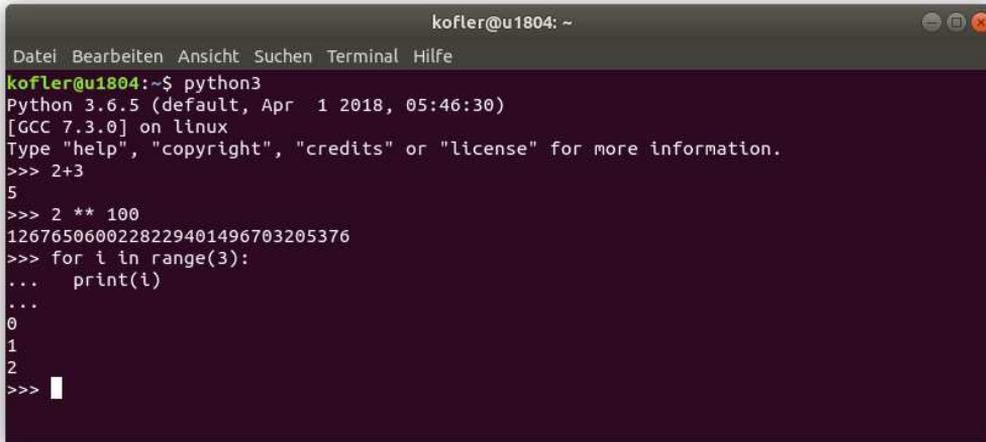
### Python interaktiv ausprobieren

Im Gegensatz zu den meisten anderen Programmiersprachen können Sie Python ausprobieren, *ohne* Code in eine Datei zu schreiben. Dazu öffnen Sie ein Terminalfenster und führen darin das Kommando `python3` aus. Damit starten Sie eine interaktive Python-Umgebung. Die drei Zeichen `>>>` geben den Ort an, an dem Sie selbst Eingaben durchführen können.  beendet die Eingabe, und Python zeigt das Ergebnis an.

```
>>> 1+2
3
```

Beim interaktiven Ausprobieren von Python können Sie zumeist auf `print` verzichten, weil Ergebnisse ohnedies automatisch angezeigt werden:

```
>>> x=5
>>> print(x + 7)
12
>>> x + 7
12
```



```
kofler@u1804: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
kofler@u1804:~$ python3
Python 3.6.5 (default, Apr  1 2018, 05:46:30)
[GCC 7.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> 2+3
5
>>> 2 ** 100
1267650600228229401496703205376
>>> for i in range(3):
...     print(i)
...
0
1
2
>>> █
```

Abbildung 7.2: Python interaktiv ausprobieren

Sie können sogar mehrzeilige Anweisungen eingeben, z. B. for-Schleifen. Dabei sind zwei Dinge zu beachten: Zum einen müssen die Anweisungen innerhalb der Schleife durch Leerzeichen eingerückt werden, und zum anderen müssen Sie die gesamte Eingabe durch *zweimaliges* `↵` abschließen. Der Python-Interpreter stellt der ersten Zeile `>>>` voran, allen Folgezeilen `...`

```
>>> for i in range(3):
...     print(i)
...
0
1
2
```

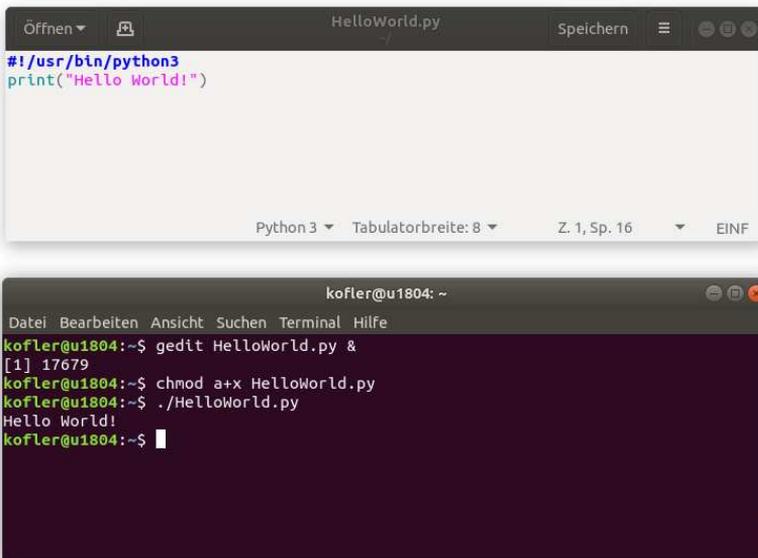
Um Python zu beenden, drücken Sie `Strg` + `D`.

## »Hello World!«

Das Hello-World!-Script in Python ist ebenso kurz wie beim entsprechenden bash-Programm, und es sieht sogar ganz ähnlich aus. Die erste Zeile beginnt wieder mit der Zeichenkombination `#!`. Anschließend folgt der Pfad zum Interpreter für Python 3, also `/usr/bin/python3`. Die einzige Anweisung im Programm ist die `print`-Funktion für die Bildschirmausgabe:

```
#!/usr/bin/python3
print("Hello World!")
```

Den Programmcode verfassen Sie wieder mit einem beliebigen Editor, z. B. mit Gedit. Beim Speichern ist es üblich, den Dateinamen mit der Kennung `.py` zu ergänzen. Damit ist auf den ersten Blick klar, dass es sich um ein Python-Script handelt. Wie bei einem bash-Script müssen Sie nun noch `chmod a+x` ausführen, um die Textdatei als ausführbares Script zu kennzeichnen. Dann können Sie das Programm mit `./programmname.py` ausführen:



**Abbildung 7.3:** »Hello World!« in Python

## »Hello World!« in IDLE3

Zur Python-Programmentwicklung können Sie die grafische Benutzeroberfläche IDLE3 verwenden. Dieses Programm müssen Sie zuerst installieren:

```
sudo apt install idle3
```

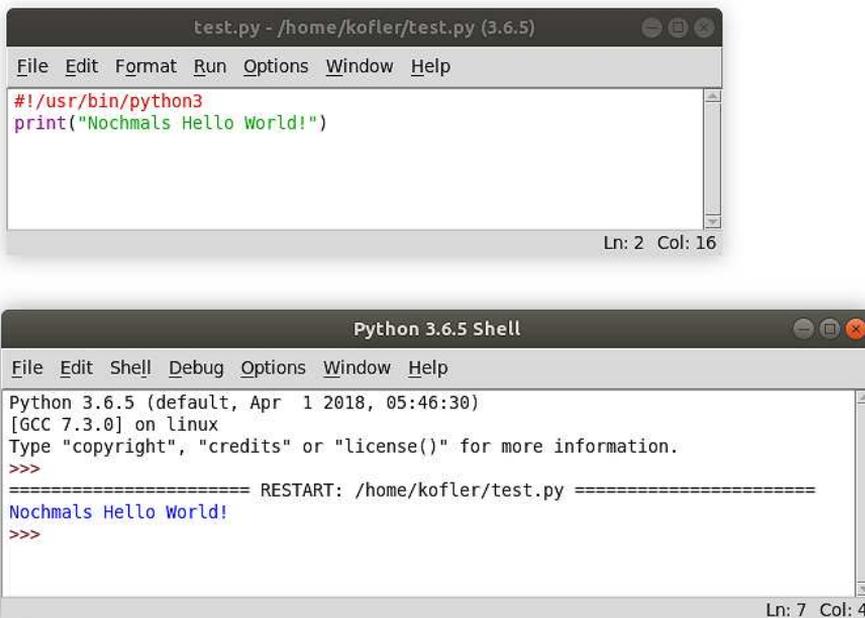
Danach starten Sie das Programm in der Aktivitätenansicht. Im voreerst leeren Fenster PYTHON SHELL können Sie nun interaktiv Python-Kommandos ausprobieren. Der Inter-

preter hebt dabei verschiedene Komponenten des eingegebenen Codes in unterschiedlichen Farben hervor. Die Schriftgröße stellen Sie bei Bedarf mit `OPTIONS • CONFIGURE IDLE` ein.

## Tipp

Um in IDLE eine Eingabe zu wiederholen, beispielsweise um ein fehlerhaft eingegebenes Kommando zu korrigieren, bewegen Sie den Cursor in die betreffende Zeile und drücken `↵`. Damit wird der zuvor eingegebene Text in die unterste Zeile von IDLE kopiert und kann nun verändert werden.

Um ein neues Script zu entwickeln, öffnen Sie mit `FILE|NEW FILE` oder `Strg+N` ein neues Editor-Fenster. Dort geben Sie Ihren Code ein und speichern ihn mit `Strg+S`. Anschließend können Sie den Code mit `F5` ausführen und auf diese Weise testen. Alle Ausgaben erscheinen im Fenster `PYTHON SHELL`.



**Abbildung 7.4:** Oben ein IDLE3-Codefenster, unten die IDLE-Shell

Im Vergleich zu anderen Editoren bietet IDLE bei der Python-Programmentwicklung einige Vorteile:

- Bei der Codeeingabe können Sie Funktionsnamen und Methoden durch  vervollständigen. Wenn es mehrere passende Namen gibt, erscheint eine Liste, aus der Sie den gewünschten Eintrag wählen können.
- Bei der Programmausführung wird der erste Syntaxfehler im Programmcode gekennzeichnet.
- Mit der rechten Maustaste können sogenannte Haltepunkte (*break points*) gesetzt werden. An diesen Stellen wird die Programmausführung automatisch unterbrochen. Das hilft bei der Fehlersuche.

Auch wenn IDLE im Vergleich zu *großen* Entwicklungsumgebungen wie Eclipse oder Visual Studio ein recht simples Programm ist, bietet es gerade Python-Einsteigern viele hilfreiche Funktionen.

## Beispiel: Messdaten verarbeiten

Nehmen wir an, es liegt eine Textdatei mit den folgenden Messdaten vor:

```
2018-02-03T10:35,t=23437
2018-02-03T10:40,t=23500
...
```

Die Datei enthält also Zeit- und Temperaturangaben, wobei  $t=23437$  einer Temperatur von 23,437 Grad Celsius entspricht. Sie wollen aus dieser Datei für jeden Tag die Durchschnittstemperatur, das Minimum und das Maximum extrahieren. Das Ergebnis soll in *zwei* Dateien gespeichert werden, einer leicht lesbaren Textdatei und einer CSV-Datei. Die Textdatei soll so aussehen:

```
2018-02-03  Minimum: 18.7°C  Maximum: 24.3°C  Durchschnitt: 21.1°C
```

Die CSV-Datei ist hingegen für den Import in Excel/OpenOffice/LibreOffice gedacht:

```
2018-02-03,18.7,24.3,21.1
```

Der erforderliche Python-Code sieht so aus:

```
#!/usr/bin/python3
import csv
with open('/var/log/temp.csv') as csvfile, \
     open('temperaturen.txt', 'w') as txtout, \
     open('temperaturen.csv', 'w') as csvout:
    cr = csv.reader(csvfile, delimiter=',')
    cw = csv.writer(csvout)
    datumvorher=''
    temperaturen=[]
    # Schleife über alle Zeilen der CSV-Datei
    for line in cr:
        try:
            datum = line[0][:10] # 1. Spalte, die ersten 10 Zeichen
            temp = int(line[1][2:]) / 1000 # 2. Spalte, ab dem 2. Zeichen
            if datum==datumvorher:
                # Temperaturwerte in Liste sammeln
                temperaturen.append(temp)
            else:
                if len(temperaturen)>0:
                    # Temperaturen ausgeben
                    txt = '%s Minimum: %.1f°C\nMaximum: %.1f°C\nDurchschnitt: %.1f°C \n'
                    tmin = min(temperaturen)
                    tmax = max(temperaturen)
                    tdurch = sum(temperaturen) / len(temperaturen)
                    txtout.write(txt % (datum, tmin, tmax, tdurch))
                    cw.writerow([datumvorher, '%.1f' % tmin, '%.1f' % tmax,
                                '%.1f' % tdurch])
                    # neue Liste für den nächsten Tag
                    temperaturen=[temp]
                    datumvorher=datum
        except:
            print('Syntaxfehler in CSV-Datei, die fehlerhafte Zeile lautet:')
            print(line)
```

Dazu einige Anmerkungen: `with` öffnet drei Dateien zum Lesen und Schreiben. In der Zeile `datum=...` wird zunächst aus der Liste in `line` das erste Element gelesen. Dabei muss es sich um eine Zeichenkette handeln, aus der wiederum die ersten 10 Zeichen gelesen werden. Das ist das Datum.

`temp=...` agiert ähnlich und extrahiert aus der zweiten Spalte alle Zeichen mit Ausnahme der ersten zwei (also `'t='`). Die Zeichenkette wird mit `int` als Zahl interpretiert und durch 1000 dividiert. Wenn die CSV-Datei nicht das vorgeschriebene Format einhält, kann dabei eine Menge schief gehen – daher die Fehlerabsicherung durch `try`.

In der Liste `temperatures` werden alle Temperaturen eines Tages gespeichert. Wenn sich das Datum ändert, die Bedingung `datum==datumvorher` also nicht mehr erfüllt ist, ermittelt das Programm das Minimum, das Maximum und den Durchschnittswert der Temperaturen. `write` schreibt das Ergebnis in die Textdatei `temperatures.txt`. Die Liste `temperatures` wird nun neu mit der Temperatur des neuen Datums initialisiert. Die Messdaten des letzten Tags fließen nicht in das Ergebnis ein.

## Eigener Lautstärkeregler

Es existieren diverse Python-Module, die dabei helfen, grafische Benutzeroberflächen zu programmieren – z. B. `wxPython`, `PyQt` oder `PyGTK`. Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie mit der Bibliothek `tkinter` einen Lautstärkeregler implementieren.



**Abbildung 7.5:** Einfache Benutzeroberfläche zur Lautstärkeneinstellung

Neben `tkinter` greift das Beispiel auf einige weitere Module zurück: `re` zur Verarbeitung regulärer Ausdrücke, `signal` zur Reaktion auf `[Strg]+[C]` sowie `subprocess` zum Aufruf externer Kommandos. Die eigentliche Lautstärkeregelung erfolgt durch das Kommando `amixer`. Dieses Kommando wird auch verwendet, um am Beginn der Programmausführung die Anfangslautstärke zu ermitteln. Wie auch schon im vorigen Listing sind lange Anweisungen aus Platzgründen fallweise über zwei Zeilen verteilt.

```
#!/usr/bin/python3
from tkinter import *
import re, signal, subprocess

# Reaktion auf Mausklick im Fenster
def vol_change(value):
    subprocess.call('amixer -D pulse set Master %s%%' % value,
                    shell=True)

# Programmende durch Windows-Close-Button
def win_close():
    mywin.quit()
    sys.exit()

# Programmende durch Strg+C im Terminal
def strg_c(signal, frame):
    mywin.quit()
    sys.exit()

# alle 200 ms aufrufen, damit Strg+C funktioniert
def do_nothing():
    mywin.after(200, do_nothing)

# aktuelle Lautstärke ermitteln
voltxt = subprocess.check_output('amixer -D pulse get Master',
                                  shell=True)
voltxt = voltxt.decode('utf8')
matchobj = re.search(r'\[[([0-9]~)\%\]',
                     voltxt, re.MULTILINE)
print(matchobj)
if matchobj:
    startvol = matchobj.group(0)[1:-2]
else:
    startvol = 20

# Benutzeroberfläche zusammenstellen
mywin = Tk()
mywin.wm_title('Lautstärke')
lbl = Label(mywin, text='Audio-Lautstärke (Master)')
volscale = Scale(mywin, from_=0, to=100,
                 orient=HORIZONTAL, command=vol_change)
volscale.set(startvol)
lbl.grid(column=0, row=0, padx=5, pady=5)
volscale.grid(column=0, row=1, padx=5, pady=5)
```

```
# Ereignisverwaltung
mywin.protocol("WM_DELETE_WINDOW", win_close)
signal.signal(signal.SIGINT, strg_c) # Reaktion auf Strg+C
mywin.after(200, do_nothing)        # damit Strg+C funktioniert
mywin.mainloop()
```

## 7.6 Java

Java eignet sich ausgezeichnet, um die Konzepte der objektorientierten Programmierung zu lernen. Deswegen wird Java an unzähligen Schulen, Fachhochschulen und Universitäten gelehrt. Sollten Sie auch in den Genuss eines derartigen Unterrichts gekommen sein, zeigt Ihnen dieser Abschnitt, wie Sie Ihr Java-Wissen unter Ubuntu anwenden können.

### Versionsnummernchaos

Mit der Freigabe von Java 9 im Herbst 2017 hat Oracle beschlossen, in Zukunft halbjährlich neue Java-Versionen freizugeben. Als ich dieses eBook fertigstellte, war gerade Java 10 aktuell. Im Herbst 2018 kommt dann Java 11. Java 11 wird insofern eine besondere Java-Version sein, als diese *Long Term Support* genießen soll.

Der stetige Versionswechsel macht Linux-Distributoren das Leben schwer. Halbjährliche Updates auf die gerade aktuelle Version würden wegen möglicher Kompatibilitätsprobleme die Stabilität der Distribution gefährden. Andererseits ist es auch nicht wünschenswert, während der gesamten Laufzeit einer Distribution bei einer veralteten, nicht mehr gewarteten Java-Version zu bleiben.

Canonical hat sich für Ubuntu 18.04 für die folgende Lösung entschieden: Es werden anfangs *zwei* Java-Versionen ausgeliefert, die immer noch verbreitete Version 8 sowie die Version 10. Sobald im Herbst 2018 Java 11 freigegeben wird, werden die Java-10-Pakete auf Java 11 aktualisiert. Bei dieser Version wird Ubuntu 18.04 dann bleiben. Diese Vorgehensweise erklärt auch, warum die Pakete, die momentan (im April 2018) noch Java 10 enthalten, die irreführenden Namen `openjdk-11-xxx` haben. Diese Namensgebung ergibt erst ab Herbst 2018 Sinn, wenn die `openjdk-11`-Pakete dann tatsächlich Java 11 enthalten werden.

## Installation

Erste Voraussetzung für die Entwicklung von Java-Programmen ist die Installation der Entwicklungswerkzeuge. Damit Sie Java-Code in der Version 10 (und demnächst auch in der Version 11) kompilieren können, installieren Sie das Paket `openjdk-11-jdk`. Dabei handelt es sich nicht um das originale Java von Oracle, sondern um eine Open-Source-Variante. Da diese weitestgehend auf demselben Quellcode basiert, ist die Kompatibilität zum Original fast hundertprozentig. Das folgende Kommando installiert alle zur Entwicklung und Ausführung von Java-Programmen notwendigen Programme und Bibliotheken:

```
sudo apt install openjdk-11-jdk
```

Nach der Installation können Sie sich mit `java -version` und `javac -version` davon überzeugen, dass sowohl der Java-Interpreter als auch der Compiler in der richtigen Version vorliegen:

```
java -version
  openjdk version "10" 2018-03-20
  OpenJDK Runtime Environment (build 10+46-Ubuntu-4ubuntu1)
  OpenJDK 64-Bit Server VM (build 10+46-Ubuntu-4ubuntu1, mixed mode)

javac -version
  javac 10
```

## Alternative Installation von Oracle Java

Wenn Sie die offiziellen Java-Pakete von Oracle vorziehen, gelingt die Installation am einfachsten mit dem `oracle-java-installer` der `linuxuprising`-Paketquelle:

```
sudo apt purge openjdk*
sudo add-apt-repository ppa:linuxuprising/java
sudo apt install oracle-java10-installer
java -version
  java version "10" 2018-03-20
  Java(TM) SE Runtime Environment 18.3 (build 10+46)
  Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM 18.3 (build 10+46, mixed mode)
javac -version
  javac 10
```

Weitere Details zu diesem Installationsprogramm können Sie hier nachlesen:

<https://www.linuxuprising.com/2018/04/install-oracle-java-10-in-ubuntu-or.html>

## »Hello World!« im Terminal kompilieren und ausführen

Auch wenn es für Java-Programmierer, die eine IDE verwenden, seltsam anmuten mag: Es ist möglich, Java-Programme ohne jede Benutzeroberfläche zu entwickeln und auszuführen. Alles, was Sie dazu benötigen, ist ein Editor für die Codeeingabe. Der Editor Gedit ist zur Eingabe des folgenden Hello-World!-Codes vollkommen ausreichend:

```
public class HelloWorld
{
    public static void main(String [] args)
    {
        System.out.println("Hello World!");
    }
}
```

Passen Sie beim Speichern der fünf Zeilen auf, dass Ihr Dateiname mit dem Namen der Klasse *exakt* übereinstimmen muss. Das gilt auch für die Groß- und Kleinschreibung. Da im obigen Beispiel der Klassenname HelloWorld gewählt worden ist (siehe die erste Codezeile), *muss* der Dateiname HelloWorld.java lauten!

In einem Terminalfenster können Sie das Programm nun zuerst kompilieren und dann ausführen. Beim Kompilieren erzeugt der Compiler javac die plattformunabhängige Byte-Code-Datei HelloWorld.class. Dieses Programm können Sie nun auf jedem Rechner ausführen. Dazu übergeben Sie an den Java-Interpreter java den Namen der Klasse *ohne* die Dateiendung .class:

```
javac HelloWorld.java
java HelloWorld
    HelloWorld!
```

Die Eingabe von Java-Programmen ist fehleranfällig. Oft treten beim Kompilieren Fehler auf, die Sie korrigieren müssen. Ein wenig Tipparbeit ersparen Sie sich, wenn Sie die Kommandos javac und java mit && in einer Zeile kombinieren:

```
javac HelloWorld.java && java HelloWorld
```

Damit wird der Java-Interpreter `java` nur dann ausgeführt, wenn das vorherige Kompilieren mit `javac` fehlerfrei gelungen ist.

## IntelliJ IDEA installieren

Größere Java-Programme werden üblicherweise in einer grafischen Entwicklungsumgebung entwickelt. Gängige IDEs sind *NetBeans*, *IntelliJ IDEA* und *Eclipse*. Ich konzentriere mich hier auf das Programm IntelliJ, mit dem ich die besten Erfahrungen gemacht habe.

Um IntelliJ unter Linux zu installieren, laden Sie von der [IntelliJ-Website](#) das komprimierte TAR-Archiv der kostenlosen Community-Version herunter und speichern es im Download-Verzeichnis. Anschließend führen Sie die folgenden Kommandos aus, um die Entwicklungsumgebung im Heimatverzeichnis auszupacken und erstmalig zu starten:

```
cd
tar xzf Downloads/ideaIC-nnn.tar.gz
./idea-IC-nnn/bin/idea.sh
```

Im nun erscheinenden Setup-Programm können Sie alle alle Voreinstellungen übernehmen. Das Setup-Programm kümmert sich auch darum, IntelliJ innerhalb des Ubuntu-Desktops zu verankern, so dass Sie das Programm in Zukunft über die Aktivitätsansicht starten und im Dock verankern können.

IntelliJ reagiert während der ersten Minuten äußerst schleppend auf Ihre Eingaben. Das liegt daran, dass das Programm im Hintergrund einen Index über die Klassen des installierten JDKs erstellt. Sobald dieser Index fertig ist, läuft IntelliJ deutlich flotter.

## »Hello World, IntelliJ!«

Um ein neues Projekt zu beginnen, klicken Sie im Startdialog auf `CREATE NEW PROJECT`, wählen den Projekttyp `JAVA` und das `SDK JAVA VERSION 10` (bzw. in Zukunft die gültige Version des installierten JDKs).

Im nächsten Dialogblatt aktivieren Sie die Option `CREATE PROJECT FROM TEMPLATE`. Die Option bewirkt, dass die Entwicklungsumgebung den Großteil des Hello-World-Codes

bereits in die Code-Datei des neuen Projekts eingefügt. Sie sparen sich also etwas Tipparbeit.

Im dritten und letzten Dialogblatt müssen Sie noch drei Parameter einstellen: den Projektnamen, den Speicherort und das BASE PACKAGE. Das BASE PACKAGE gibt einen Namen an, der Ihren eigenen Klassen vorangestellt wird. Bei simplen Testprogrammen ist es am einfachsten, das BASE PACKAGE einfach leer zu lassen.

Das neue Projekt enthält nun bereits die Klassendatei `Main.java` mit den meisten für *Hello World!* erforderlichen Code-Zeilen. Innerhalb der `main`-Methode fügen Sie nun noch zwei Zeilen hinzu:

```
var s = "Hello World!"; // Java-10-Syntax testen
System.out.println(s); // Zeichenkette ausgeben
```

Anschließend kompilieren und starten Sie das Programm durch einen Klick auf den grünen Pfeil-Button bzw. durch das Menükommando **RUN • RUN MAIN**.



Abbildung 7.6: »Hello World!« in IntelliJ

## Hinweise

Die IntelliJ-Oberfläche setzt sich aus diversen Teilfenstern zusammen. Wenn Sie ein Teilfenster geschlossen haben, können Sie es wieder öffnen, indem Sie die Maus über den Button links unten in der Statuszeile bewegen. Klicken Sie den Button nicht an – das Menü erscheint nach kurzer Zeit automatisch.

Java-Einsteiger seien gewarnt: IntelliJ ist ein großartiges Programm für erfahrene Entwickler. Allerdings besteht die Gefahr, dass sich Neulinge in den endlosen Menüs und Optionen verlieren. Wenn Sie gerade dabei sind, Java zu lernen, empfehle ich Ihnen, Ihre ersten Programme in einem gewöhnlichen Editor zu verfassen, die Dateien manuell mit `javac` zu kompilieren und mit `java` auszuführen.

## Lotto spielen ohne Geld zu verlieren

Das folgende Programm simuliert das Lotto-Spielen nach dem deutschen System (6 aus 49) ohne Berücksichtigung der Superzahl: Wenn Sie bei jeder Ziehung mit genau einem Tipp teilnehmen, also ca. 100 Mal im Jahr Lotto spielen, wie lange dauert es, bis zum ersten Mal Ihre sechs Zahlen mit einem zufälligen Ziehungsergebnis übereinstimmen?

Das Programm verwendet zur Darstellung eines Tipps bzw. einer Ziehung ein `HashSet`. Diese Datenstruktur ist gut geeignet, weil sie keine Doppelgänger zulässt. Die Funktion `ziehung` simuliert mit Zufallszahlen zwischen 1 und 49 eine Ziehung. Die `do`-Schleife in `main` läuft so lange, bis das `HashSet` in der Variablen `tipp` mit einer zufälligen Ziehung übereinstimmt.

```
import java.util.*;

public class Lotto {
    static Random rnd = new Random();

    // Lotto spielen
    public static void main(String[] args) {
        Integer[] meintipp = {1, 12, 23, 34, 35, 46};
        Set<Integer> tipp =
            new HashSet<>(java.util.Arrays.asList(meintipp));
```

```
Set<Integer> ziehung;  
long cnt=0;  
do {  
    cnt++;  
    ziehung = ziehung();  
} while(!tipp.equals(ziehung));  
System.out.printf("Nach %d Ziehungen haben Sie " +  
    "einen Sechser erreicht.\n", cnt);  
System.out.printf("Bei einem Tipp pro Ziehung hat das " +  
    "rund %d Jahre gedauert.\n", cnt/100);  
}  
  
// zufällige Lottozahlen ermitteln (6 aus 49 ohne Superzahl)  
public static Set<Integer> ziehung() {  
    Set<Integer> zahlen = new HashSet<>();  
    do {  
        zahlen.add(1+rnd.nextInt(49));  
    } while(zahlen.size()<6);  
    return zahlen;  
}  
}
```

Wenn Sie das Programm kompilieren und ausführen, sieht das Ergebnis z. B. so aus:

```
javac Lotto.java && java Lotto  
Nach 12131612 Ziehungen haben Sie einen Sechser erreicht.  
Bei einem Tipp pro Ziehung hat das rund 121316 Jahre gedauert.
```

## Grafikprogrammierung

Programmieren macht besonders viel Spaß, wenn man die Ergebnisse des eigenen Codes ansehen kann. Genau das trifft auf die Grafikprogrammierung zu. Das folgende Programm erzeugt beim Start ein eigenes Fenster (JFrame-Objekt), und fügt darin als Zeichenfläche ein Grafik-Objekt ein, wobei die Grafik-Klasse von der JPanel-Klasse abgeleitet ist. Der eigentliche Grafikcode befindet sich in dessen paintComponent-Methode.

```
import java.awt.*;
import javax.swing.*;

// Klasse für JPanel-Objekt als Grafikzeichenfläche
public class Grafik extends JPanel {

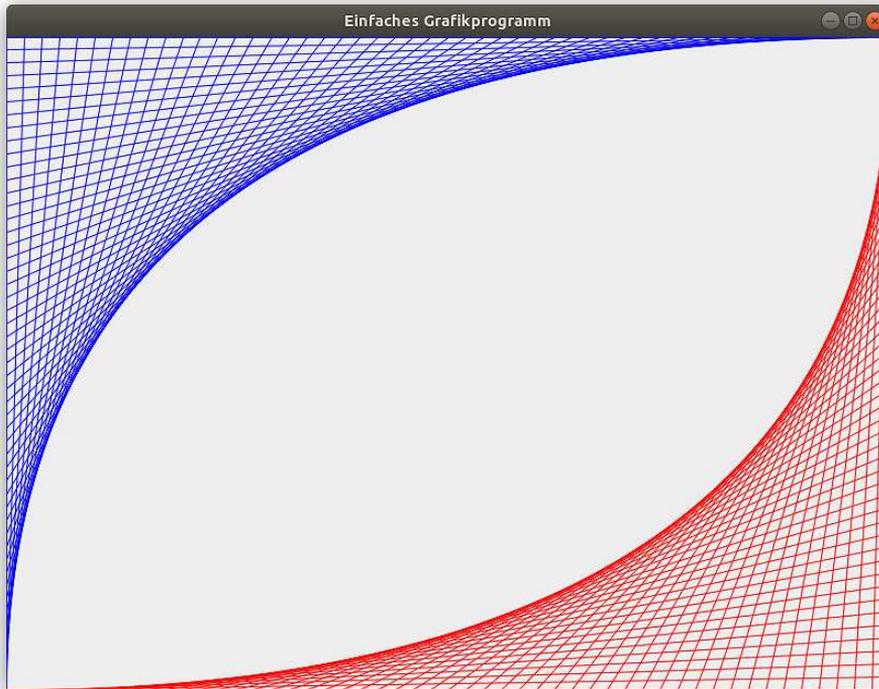
    // Startpunkt; erzeugt Fenster und zeigt es an
    public static void main(String[] args) {
        SwingUtilities.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                JFrame f = new JFrame("Einfaches Grafikprogramm");
                f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
                f.setSize(801, 601);
                f.add(new Grafik());
                f.setVisible(true);
            }
        });
    }

    // paint-Methode für JPanel, zeichnet Inhalt im JPanel
    public void paintComponent(Graphics g) {

        // Hintergrund
        super.paintComponent(g);

        // glatte Linien (Anti Aliasing aktivieren)
        Graphics2D g2 = (Graphics2D)g;
        g2.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING,
            RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);

        // Code, um eigene Grafik zu zeichnen
        final int W=800, H=600;
        for(double n=0; n<=1.0001; n+=0.02) {
            g2.setColor(Color.blue);
            g2.drawLine(0, (int)(H*(1-n)), (int)(W*n), 0);
            g2.setColor(Color.red);
            g2.drawLine(W, (int)(H*(1-n)), (int)(W*n), H);
        }
    }
}
```



**Abbildung 7.7:** Ein einfaches Java-Grafikprogramm

## 7.7 Programme automatisch mit Cron ausführen

Unabhängig davon, mit welcher Programmiersprache Sie arbeiten, besteht oft der Wunsch, das fertige Programm regelmäßig auszuführen – einmal pro Stunde, einmal pro Woche etc. Unter Linux hilft dabei der Hintergrunddienst Cron.

### **/etc/cron.xxx-Verzeichnisse**

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, Cron-Jobs einzurichten. Am einfachsten ist es, das Script in `/etc/cron.hourly`, `/etc/cron.daily`, `/etc/cron.weekly` und `/etc/cron.monthly` zu speichern. Es wird von nun an einmal stündlich, täglich, wöchentlich oder monatlich ausgeführt, und zwar 17 Minuten nach jeder vollen Stunde, täglich um 6:25 Uhr, wöchentlich am Sonntag um 6:47 Uhr bzw. an jedem Monatsersten um 6:52 Uhr.

Beachten Sie, dass der Dateiname Ihres Scripts weder einen Punkt noch das Zeichen ~ enthalten darf! Das Script muss ausführbar sein. Vergessen Sie also nicht, das *execute*-Bit mit `chmod a+x dateiname` zu setzen.

## /etc/crontab-Datei

Die Datei `/etc/crontab` enthält zeilenweise Einträge, die angeben, wann welches Kommando ausgeführt werden soll. Die Datei enthält sieben Spalten:

```
min hour day month weekday user command
```

Spalte	Bedeutung
min	gibt die Minute an (0-59)
hour	gibt die Stunde an (0-23)
day	gibt den Tag im Monat an (1-31)
month	gibt das Monat an (1-12)
weekday	gibt den Wochentag an (0-7, 0 und 7 bedeuten Sonntag)
user	gibt an, für welchen Benutzer das Kommando ausgeführt wird (zumeist root)
command	enthält das auszuführende Kommando

**Tabelle 7.9:** crontab-Spalten

Wenn in den ersten fünf Feldern statt einer Zahl ein \* angegeben wird, wird dieses Feld ignoriert. `15 * * * *` bedeutet beispielsweise, dass das Kommando immer 15 Minuten nach der ganzen Stunde ausgeführt werden soll, in jeder Stunde, an jedem Tag, in jedem Monat, unabhängig vom Wochentag. `29 0 * * 6*` bedeutet, dass das Kommando an jedem Samstag um 0:29 Uhr ausgeführt wird.

Für die Zeitfelder ist auch die Schreibweise `*/n` erlaubt. Das bedeutet, dass das Kommando jede *n*-te Minute/Stunde etc. ausgeführt wird. `*/15 * * * *` würde also bedeuten, dass das Kommando viertelstündlich ausgeführt wird.

Die Cron-Syntax erfordert einen Zeilenumbruch nach der letzten Zeile. Achten Sie darauf, dass alle Cron-Konfigurationsdateien mit einem Zeilenumbruch enden müssen – andernfalls wird die letzte Zeile ignoriert!

Die folgende Zeile bewirkt, dass das Script `myscript` jeden Tag um 12:00 Uhr ausgeführt wird, und zwar mit den Rechten des Benutzers `kofler`:

```
# /etc/crontab  
0 12 * * * kofler /home/kofler/myscript
```

### **/etc/cron.d-Verzeichnis**

Anstatt Ihre eigenen Cron-Jobs in der zentralen `crontab`-Datei zu speichern, können Sie stattdessen auch eine eigene Datei im Verzeichnis `/etc/cron.d` einrichten. Dort gilt dieselbe Syntax wie in `crontab`.

# 8 Ubuntu Server

Ubuntu wird nicht nur als Desktop-System eingesetzt, sondern auch in vielen Server-Installationen. Eine eigene Ubuntu-Variante – eben Ubuntu Server – ist speziell für diese Art der Anwendung optimiert. Dieser Abschnitt fasst zusammen, wie Sie dessen textbasiertes Installationsprogramm bedienen und wie Sie einen minimalen Root-Server mit den folgenden Funktionen einrichten:

- SSH-Server
- Web-Server (Apache)
- HTTPS mit Let's-Encrypt-Zertifikaten
- Datenbank-Server (MySQL)
- CMS (WordPress)
- Nextcloud
- Mail-Server (Postfix, Dovecot, SpamAssassin)

Parallel zur Arbeit an diesem Kapitel habe ich den Server <https://ubuntu-buch.info> eingerichtet. Dort sehen Sie, wie eine Ubuntu-Server-Installation in der Praxis aussehen kann.

## Vorsicht!

Dieses Kapitel soll zeigen, dass das Einrichten eines eigenen Servers keine Hexerei ist. Beachten Sie aber, dass der dauerhafte Betrieb eines im Internet frei zugänglichen Servers wesentlich mehr Know-how erfordert, als in diesem vergleichsweise kurzen Kapitel vermittelt werden kann. Auf die unzähligen Optionen und Sonderfälle, die es zu jedem der hier vorgestellten Programme gibt, gehe ich aus Platzgründen nicht ein.

Für angehende Server-Administratoren kann dieses Kapitel als Einstieg dienen, die Lektüre weiterer Webseiten bzw. entsprechender Bücher ist aber unumgänglich! Vor allem müssen Sie größtes Augenmerk darauf legen, dass Ihr Server sicher ist!

## Root-, LAN- oder Home-Server?

Dieses Kapitel konzentriert sich auf den Einsatz von Ubuntu als Web- und Mail-Server. Hierfür ist auch der Begriff Root-Server üblich, weil Sie volle Administrationsrechte auf Ihr System haben, eben einen root-Zugang. Das ist ein wesentlicher Unterschied zu vielen Webhosting-Angeboten, bei denen Sie nur eingeschränkte Administrationsmöglichkeiten haben. Sie können dann zwar eigene Webseiten einrichten, aber nicht nach Gutdünken zusätzliche Pakete installieren oder weitere Dienste einrichten.

Privatpersonen und kleine Betriebe haben für den Dauereinsatz als Web- oder Mail-Server keine geeignete Internet-Anbindung: Grundanforderungen sind eine hohe Geschwindigkeit in beiden Richtungen und eine fixe IPv4-Adresse. Deswegen laufen Root-Server üblicherweise nicht bei Ihnen zuhause, sondern bei einem Hosting-Unternehmen. Sie müssen dort also einen echten Server oder zumindest eine virtuelle Maschine mieten. Viele Hosting-Unternehmen ersparen Ihnen sogar die Installation und bieten vorinstallierte Ubuntu-Server-Systeme an.

Eine weitere Voraussetzung für das Einrichten einer Webseite auf einem Root-Server besteht darin, dass Sie vorher eine Domain reservieren, also Ihren Hostnamen. Für die folgenden Beispiele ist dies `ubuntu-buch.info`. Der Hostname allein reicht aber nicht aus: Sie müssen bei der Domain-Registrierungsfirma auch eine Nameserver-Konfiguration durchführen und Ihrer Domain die IP-Adresse zuweisen, die Sie von Ihrem Hosting-Unternehmen für den Betrieb Ihres Servers erhalten haben. Alle Domain-Registrierungsfirmen bieten hierfür Weboberflächen an.

Eine vollkommen andere Einsatzvariante von Ubuntu Server ist der Betrieb als LAN- oder Home-Server. In diesem Fall geht es zumeist darum, dass mehrere Benutzer zentral Dateien in Netzwerkverzeichnissen speichern und austauschen können. Je nachdem,

welche Client-Betriebssysteme zuhause oder im Unternehmen laufen, spielen dabei die Protokolle SMB für Windows, NFS für Unix/Linux sowie AFP für macOS eine große Rolle. Mitunter dient der LAN-Server auch als Internet-Gateway für die ganze Firma, inklusive Firewall-Funktionen. Zudem kann ein LAN-Server auch Multimedia-Funktionen für zuhause oder eine zentrale Authentifizierung (LDAP/Kerberos) für große Unternehmen inkludieren. All dies sind Themen, die in diesem eBook leider keinen Platz finden.

### Tipp

Verwenden Sie für den Server-Einsatz ausschließlich LTS-Versionen wie Ubuntu 18.04. Bei diesen Versionen gibt es für alle wichtigen Pakete über einen Zeitraum von fünf Jahren Updates. Die nächste LTS-Version wird höchstwahrscheinlich 20.04 sein. Ubuntu-Versionen, die in der Zwischenzeit veröffentlicht werden, mögen aktueller als Ubuntu 18.04 sein, für den Server-Einsatz sind sie dennoch ungeeignet!

## Überlegungen für den Host- und Benutzernamen

Bevor Sie mit der Installation beginnen, sollten Sie einen Hostnamen für Ihren Server festlegen. Einen eigenen Domain-Namen haben Sie ja schon. Für die Beispiele in diesem Kapitel verwende ich `ubuntu-buch.info`, bei Ihnen könnte er beispielsweise `meine-firma.de` oder `mein-name.at` lauten.

Grundsätzlich ist es möglich, diesen Domainnamen direkt als Hostnamen zu verwenden. Vernünftiger ist es aber, einen »richtigen« Hostnamen aus Host- und Domainname zusammensetzen, wobei Sie `host1` als Hostnamen verwenden können, wenn Ihnen nichts besseres einfallen sollte. Das ergibt dann für das Beispiel in diesem eBook `host1.ubuntu-buch.info`. Ein »richtiger« Hostname ist vor allem dann empfehlenswert, wenn Sie auf Ihrem Server auch einen Mail-Server einzurichten möchten. Hintergründe zu diesem Thema können Sie hier nachlesen:

<https://serverfault.com/questions/599712>

Ich habe für die hier präsentierte Beispielkonfiguration `ub.ubuntu-buch.info` gewählt. Da ich in meiner beruflichen Praxis nicht nur diesen, sondern auch diverse andere Server

administriere, haben sich Host-Kürzel wie `ub` als praktisch erwiesen. Damit sehe ich bereits anhand dieses Kürzels, auf welchem Host ich gerade via SSH eingeloggt bin.

Während der Installation müssen Sie auch einen Benutzernamen angeben. Dieser Benutzer gilt standardmäßig als Administrator des Systems. Wenn der Server auch als Mail-Server verwendet werden soll, sollte dieser Admin-Benutzername nicht mit dem Namen eines E-Mail-Benutzers übereinstimmen. Verwenden Sie also nicht `huber` als Benutzername, wenn es später einen E-Mail-Account `huber@ubuntu-buch.info` geben soll. Der Grund: Das E-Mail-Passwort von `huber` wird später auf diversen Rechnern und Smartphones eingegeben, damit E-Mails gesendet und empfangen werden können. Es ist nicht wünschenswert, wenn dieses Passwort gleichzeitig auch für einen Administrator-Login via SSH ausreicht.

### Ungeeignete Benutzernamen

Beachten Sie, dass `root` als Benutzername nicht zulässig ist. Unter Ubuntu gibt es schon einen `root`-Account, dieser wird aber aus Sicherheitsgründen nicht mit einem Passwort ausgestattet.

Auch `adm`, `admin` oder `administrator` sollten Sie vermeiden. Diese Namen sind für Administrator-Accounts sehr beliebt. Daher sind sie ein bevorzugtes Angriffsziel für Cracker. Wenn Sie einen nicht erratbaren Namen verwenden, machen Angreifer das Leben schwer und erhöhen so die Sicherheit Ihres Servers.

### DNS-Konfiguration

Von Ihrem Server-Provider wird Ihnen eine IPv4-Adresse zugewiesen. Diese IP-Adresse müssen Sie nun auf der Weboberfläche Ihrer Domain-Verwaltung diversen Hostnamen zuweisen (siehe Abbildung 8.1).

### A Records

Hostname	TTL	Record type	Ziel	Aktion
<input type="text" value="www"/>	<input type="text"/>	A	<input type="text" value="138.201.20.182"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>
<input type="text" value="@"/>	<input type="text"/>	A	<input type="text" value="138.201.20.182"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>
<input type="text" value="ub"/>	<input type="text"/>	A	<input type="text" value="138.201.20.182"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>
<input type="text" value="mail"/>	<input type="text"/>	A	<input type="text" value="138.201.20.182"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>

---

### Cname Records

Hostname	TTL	Record type	Ziel	Aktion
<input type="text" value="smtp"/>	<input type="text"/>	CNAME	<input type="text" value="mail"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>
<input type="text" value="imap"/>	<input type="text"/>	CNAME	<input type="text" value="mail"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>

---

### MX Records

Hostname	TTL	Record type	1C	Ziel	Aktion
<input type="text" value="@"/>	<input type="text"/>	MX	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="mail"/>	<input type="button" value="Speichern"/> <input type="button" value="Löschen"/>

**Abbildung 8.1:** Beispiel für eine Web-basierte DNS-Konfigurationsoberfläche

Für die Beispiele in diesem Buch habe ich die folgenden Einstellungen verwendet:

Typ	Hostname	Ziel
A	@	138.201.20.182
A	ub	138.201.20.182
A	www	138.201.20.182
A	mail	138.201.20.182
CNAME	smtp	mail
CNAME	imap	mail
MX	@	mail

**Tabelle 8.1:** DNS-Konfiguration

DNS-A-Einträge ordnen Hostnamen einer Domäne die angegebene IP-Adresse zu. @ bezieht sich dabei auf den reinen Hostnamen, der für Mail-Adressen und oft auch zur Abkürzung von Web-URLs verwendet wird (also <https://ubuntu-buch.info> anstelle von <https://www.ubuntu-buch.info>).

CNAME-Einträge sind gewissermaßen Alias-Namen. Im obigen Beispiel soll also `smtp.ubuntu-buch.info` dasselbe Ziel erhalten wie `mail.ubuntu-buch.info`. Anstelle von CNAME-Einträgen können Sie natürlich auch entsprechende A-Einträge vornehmen, also z. B. den A-Eintrag `smtp` der Zieladresse `138.201.20.182` zuordnen.

Der MX-Eintrag gibt an, welcher Hostname für den Mail-Server zuständig ist. Beachten Sie, dass hier als Ziel keine IP-Adresse angegeben wird, sondern ein mit einem A-Eintrag definierter Hostname! Weitere Details zur DNS-Konfiguration für einen Mail-Server folgen später (siehe den Abschnitt [Mail-Server \(Postfix und Dovecot\)](#)).

## 8.1 Installation

Grundsätzlich ist es möglich, auf einer gewöhnlichen Ubuntu-Desktop-Installation nach und nach diverse Server-Dienste zu installieren und so aus einer Desktop- eine Server-Installation zu machen. Das ist aber unüblich: Zum einen laufen die meisten Server-Installationen nicht auf einem Notebook oder PC im Arbeitszimmer, sondern in einem Rechenzentrum – oft geografisch weit entfernt vom Administrator. Zum anderen erfolgt die Wartung in der Regel ausschließlich im Textmodus durch SSH – die Installation eines grafischen Desktop-Systems ist deswegen überflüssig, kostet Platz und ist ein unnötiges Sicherheitsrisiko: Je weniger Programme auf einem Server installiert sind, desto besser!

Aus diesem Grund stellt Canonical für Ubuntu Server eigene ISO-Dateien zum [Download](#) zur Verfügung. Das ISO-Image können Sie auf eine CD brennen oder auf einen USB-Stick übertragen. Durch die Installation erhalten Sie ein minimales Ubuntu-System, das nur im Textmodus bedient werden kann.

Beginnend mit Ubuntu 17.10 hat Canonical das Installationsprogramm für die Server-Installation vollständig umgestellt: Während in der Vergangenheit ein von Debian stammendes Installationsprogramm verwendet wurde, kommt nun ein neues Programm (*Subiquity*) mit deutlich einfacheren Dialogen zum Einsatz. Nicht geändert hat sich, dass das Installationsprogramm weiter im Textmodus läuft.

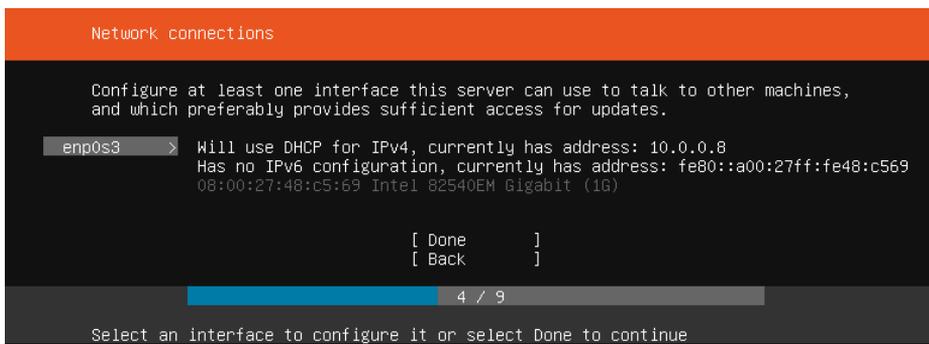
## Kein LVM oder RAID

Das neue Installationsprogramm unterstützt weder LVM- noch RAID-Setups. Für diese Funktionen müssen Sie weiterhin das traditionelle Installationsprogramm einsetzen, das ich im Abschnitt [Traditionelle Installation](#) beschreibe.

**Im ersten Dialog** stellen Sie die gewünschte Sprache ein. Die Sprache gilt nicht für die weiteren Dialoge des Installationsprogramm, sondern für die Lokalisierung von Ubuntu Server im Betrieb. **Im zweiten Schritt** stellen Sie das Tastaturlayout ein, wobei DEUTSCH bereits vorgeschlagen wird.

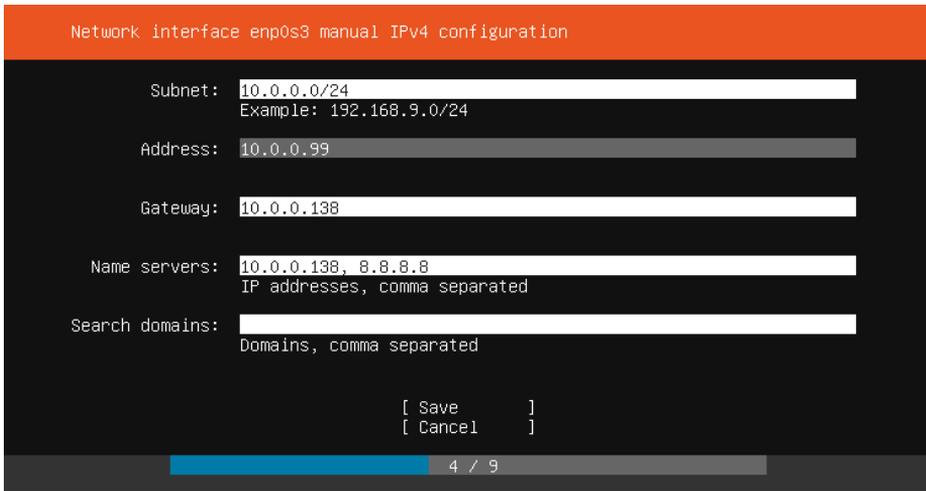
**Im dritten Dialog** haben Sie die Auswahl zwischen einer gewöhnlichen Ubuntu-Server-Installation oder der Installation eines MAAS Controllers (*Metal As A Service*), worauf ich in diesem Buch aber nicht eingehe. Wählen Sie also INSTALL UBUNTU.

**In Schritt vier** geht es um die Netzwerkkonfiguration. Der Dialog listet alle gefundenen Netzwerkschnittstellen auf und schlägt eine DHCP-Konfiguration vor. Wenn Sie damit einverstanden sind, drücken Sie DONE.



**Abbildung 8.2:** Netzwerkkonfiguration

Andernfalls wählen Sie mit den Cursortasten die Netzwerkschnittstelle aus und drücken . Damit gelangen Sie in einen Detaildialog, über den Sie unter anderem eine statische Konfiguration durchführen können.



**Abbildung 8.3:** Statische Netzwerkkonfiguration

**Schritt fünf** gibt Ihnen die Möglichkeit, einen HTTP-Proxy einzurichten. Ist dies nicht erforderlich, überspringen Sie den Punkt mit DONE.

Spannend wird es in **Schritt sechs**, wo es um die Einrichtung der Partitionen und Dateisysteme geht. Sie haben die Wahl zwischen zwei Varianten:

- **USE AN ENTIRE DISK** richtet gegebenenfalls eine kleine Partition für EFI oder GRUB ein und verwendet den Rest der Festplatte oder SSD für die Systempartition. Eventuell schon auf dem Datenträger befindliche Daten gehen dabei verloren.

Erfreulicherweise gibt es keine eigene Boot-Partition. Auch auf eine Swap-Partition verzichtet das Installationsprogramm und richtet stattdessen wie bei Desktop-Installationen eine Swap-Datei ein (siehe auch Abschnitt [Swap-Datei](#)).

- **MANUAL** gibt Ihnen die Möglichkeit, die Anzahl und Größe der Partitionen, den Typ des Dateisystems sowie die Mount-Punkte frei zu wählen. LVM- oder RAID-Setups sind allerdings auch damit nicht möglich. Wenn Sie LVM oder RAID nutzen möchten, was bei einer Server-Installation eigentlich üblich ist, müssen Sie das traditionelle Installationsprogramm verwenden (siehe den Abschnitt [Traditionelle Installation](#)).

```
Filesystem setup

FILE SYSTEM SUMMARY

  MOUNT POINT      SIZE      TYPE      DEVICE TYPE
  /                 8.997G   ext4      partition of local disk
  /boot             1.000G   ext4      partition of local disk

AVAILABLE DEVICES

  DEVICE                                SIZE      TYPE
  VBOX_HARDDISK_VB38171c89-8656eb76    9.998G   local disk
  partition 1, bios_grub                1.000M   (0%)
  partition 2, ext4, /boot               1.000G   (10%)
  partition 3, ext4, /                   8.997G   (89%)
  Edit Partitions                        >

  [ Done ]
  [ Reset ]
  [ Back ]

6 / 9

Select available disks to format and mount
```

Abbildung 8.4: Ergebnis einer manuellen Partitionierung

Sobald Sie die Partitionierung in **Schritt sieben** bestätigen, beginnt im Hintergrund die Installation. Im Vordergrund setzen Sie das Setup in **Schritt acht** fort und geben Ihren Namen, den Hostnamen sowie das Passwort an.

In **Schritt neun** können Sie das Installations-Log lesen und den Rechner schließlich neu starten. Als einziger Server-Dienst läuft in der neuen Installation ein SSH-Server. Alle weiteren Server-Dienste müssen Sie später selbst einrichten.

## 8.2 Traditionelle Installation

Das soeben beschriebene Installationsprogramm ist zwar einfach anzuwenden, bietet aber wenig Flexibilität bei der Partitionierung und beim Einrichten der Dateisysteme. Wenn Sie LVM oder RAID nutzen möchten, müssen Sie das traditionelle Installationsprogramm verwenden. Geeignete ISO-Images finden Sie hier zum Download:

<http://cdimage.ubuntu.com/ubuntu-server>

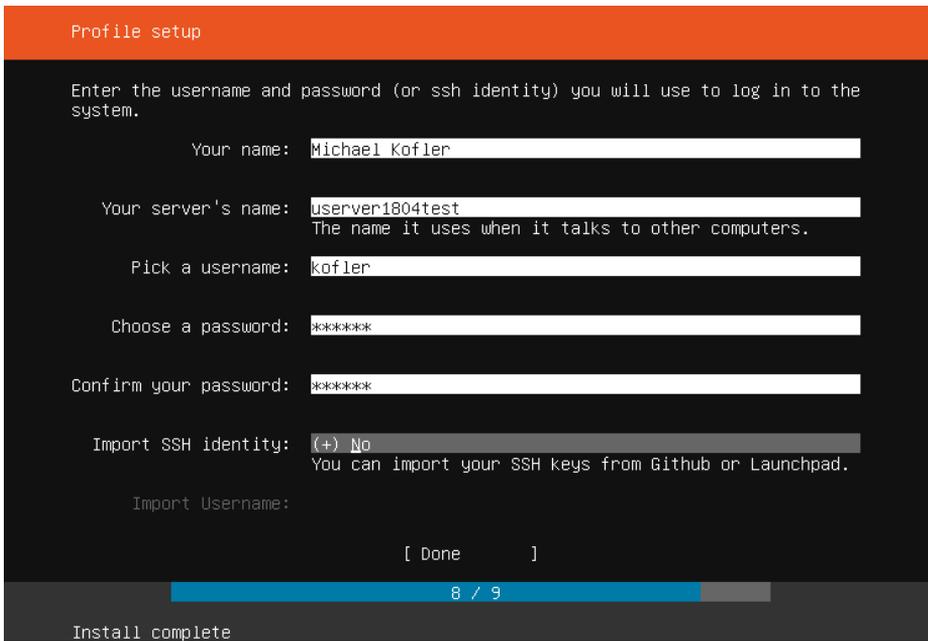


Abbildung 8.5: Login- und Hostnamen einstellen

## Grundeinstellungen

In den ersten Dialogen des textbasierten Installationsprogramms wählen Sie die Sprache sowie Ihr Land oder Gebiet aus. Diese Information wird zur Auswahl des nächstgelegenen Mirror-Servers verwendet.

Nach der Hardware-Erkennung versucht das Installationsprogramm, das Netzwerk automatisch zu konfigurieren. Das gelingt nur, wenn sich im lokalen Netzwerk ein Router bzw. DHCP-Server befindet. Bei einer Root-Server-Installation müssen Sie hier manuell den Hostnamen sowie die IP-Adressen angeben, die Ihnen das Hosting-Unternehmen zur Verfügung gestellt hat. Notfalls können Sie die Netzwerkkonfiguration vorerst auch überspringen – dann müssen Sie aber später die entsprechenden Daten in die Datei `/etc/netplan/01-netcfg.yaml` eintragen (siehe den Abschnitt [Manuelle Netzwerkkonfiguration](#)).

Im nächsten Schritt geben Sie den Namen und das Passwort des ersten Ubuntu-Benutzers an, der gleichzeitig der Administrator des Systems sein wird. Aus Sicherheits-

gründen sollten Sie hier einen Namen wählen, der nicht ohne Weiteres erraten werden kann. Zusätzliche Benutzer können Sie später im laufenden Betrieb hinzufügen. Das Installationsprogramm fragt nun, ob es Ihr persönliches Verzeichnis verschlüsseln soll. Für den Server-Einsatz ist dies nicht zweckmäßig.

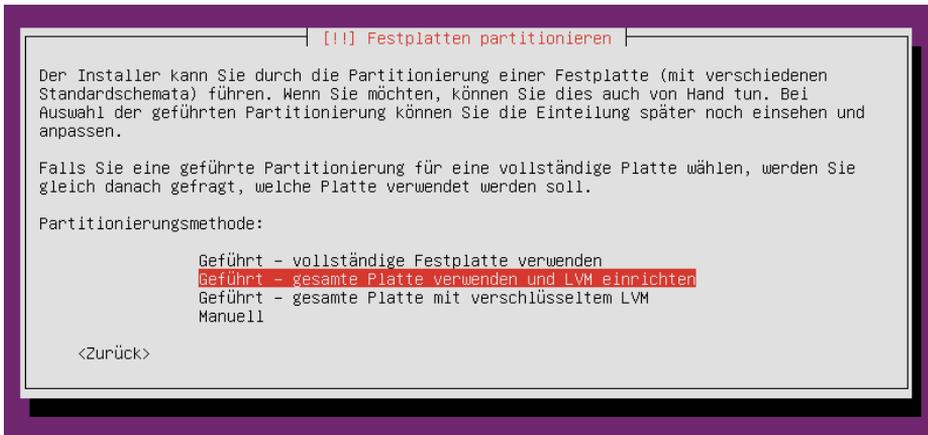
## Partitionierung der Festplatte

Bei der Festplattenpartitionierung gehe ich davon aus, dass Ubuntu Server das einzige Betriebssystem ist, das auf den Rechner installiert werden soll. Bei Server-Installationen, sei es in virtuellen Maschinen oder auf echter Server-Hardware, ist das der Normalfall.

Die Partitionierungsdialoge sind leider recht unübersichtlich, insbesondere für die manuelle Konfiguration. Im ersten Dialog stellt das Installationsprogramm verschiedene Grundoptionen zur Auswahl:

- **GEFÜHRT – VOLLSTÄNDIGE FESTPLATTE VERWENDEN:** Das Installationsprogramm erstellt einen Vorschlag, wie die gesamte Festplatte für Linux-Partitionen genutzt werden kann. Diesen Vorschlag können Sie dann in einem zweiten Dialog bestätigen.
- **GEFÜHRT – GESAMTE PLATTE VERWENDEN UND LVM EINRICHTEN:** Wie oben, allerdings wird vorher der Logical Volume Manager eingerichtet; die Ubuntu-Dateisysteme befinden sich dann in Logical Volumes. Diese Variante bietet viel mehr Flexibilität bei nachträglichen Änderungen, erfordert aber eine Einarbeitung in das LVM-System.
- **GEFÜHRT – GESAMTE PLATTE MIT VERSCHLÜSSELTEM LVM:** Wie oben, allerdings wird das gesamte Dateisystem zusätzlich verschlüsselt. Für den Root-Server-Einsatz ist diese Option ungeeignet, weil das Verschlüsselungspasswort bei jedem Start manuell eingegeben werden muss.
- **MANUELL:** Mit diesem Punkt können Sie neue Linux-Partitionen für die Ubuntu-Installation manuell anlegen. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, Software-RAID einzurichten, die Anzahl und Größe der Partitionen frei zu wählen etc.

Für Ihre erste Server-Installation empfehle ich Ihnen die Variante **GEFÜHRT – VOLLSTÄNDIGE FESTPLATTE VERWENDEN**. Es werden dann nur zwei oder drei Partitionen eingerichtet: bei EFI-Rechnern eine kleine EFI-Partition, außerdem eine Swap-Partition in der Größe des Arbeitsspeichers sowie eine Systempartition, die nahezu die gesamte Festplatte füllt.



**Abbildung 8.6:** Auswahl der Partitionierungsmethode

Die LVM-Variante ist nur zweckmäßig, wenn Sie bereits LVM-Erfahrung haben bzw. bereit sind, einige Zeit zu investieren, um LVM zu erlernen. Der Vorteil ist die größere Flexibilität, die Sie später bei Veränderungen der Partitionierung haben.

## Paketinstallation

Nach der Partitionierung fragt das Installationsprogramm, ob es für den Zugriff auf die Paketquellen einen HTTP-Proxy verwenden soll. Das ist bei Root-Servern nicht erforderlich.

Die nächste Frage betrifft die Durchführung automatischer Updates: Wenn Sie möchten, installiert Ubuntu im laufenden Betrieb einmal täglich automatisch neue Updates, sobald diese verfügbar werden. Das ist praktisch, wenn Sie nicht selbst regelmäßig kontrollieren möchten, ob es neue Sicherheits-Updates gibt. Wenn Sie sich unsicher sind, sollten Sie sich für den Automatismus entscheiden!

Zusätzlich zu den Grundpaketen kann das Installationsprogramm auch gleich diverse Server-Pakete installieren. Ich wähle an dieser Stelle normalerweise nur den OpenSSH-Server aus und installiere die restlichen Server-Dienste später manuell. Mit der Installation ist es ja normalerweise nicht getan – die Server-Programme müssen ja auch konfiguriert werden.



**Abbildung 8.7:** Auswahl der Server-Dienste

Die Installation der Software-Pakete dauert nun ca. eine Minute. Zuletzt müssen Sie noch bestätigen, dass der Bootloader bei BIOS-Rechnern im Master Boot Record bzw. bei EFI-Rechnern in der EFI-Partition eingerichtet wird. Ein Neustart schließt die Installation ab.

## 8.3 Basiskonfiguration nach der Installation

### Manuelle Netzwerkkonfiguration

Im Idealfall ist Ihr neuer Root-Server jetzt bereits im Internet erreichbar. Sie können sich nun via SSH einloggen und damit beginnen, die gewünschten Netzwerkdienste einzurichten, also den Web-Server, den Mail-Server etc.

Sollte das nicht funktionieren, müssen Sie eine manuelle Netzwerkkonfiguration durchführen. Das erfordert entweder einen direkten Zugang zum Rechner oder bei Virtualisierungssystemen den Zugang auf eine Textkonsole via VNC oder durch ein anderes Fernwartungssystem.

Bei einem Root-Server liegt in der Regel eine statische Netzwerkkonfiguration vor, d. h., die IP-Adresse, die Gateway-Adresse, die Netzwerkmaske und die Adresse des Nameservers sind vom Hosting-Unternehmen vorgegeben. Diese Daten müssen Sie nun in die Datei `/etc/netplan/01-netcfg.yaml` eintragen. Als Editor verwenden Sie das Programm `nano`, das standardmäßig installiert ist.

```
sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
```

Die folgenden Zeilen zeigen beispielhaft eine statische Konfiguration. Natürlich müssen Sie alle IP-Adressen und -Masken entsprechend den Vorgaben Ihres Hosting-Unternehmens verändern:

```
# Datei /etc/network/interfaces
network:
  version: 2
  renderer: networkd
  ethernets:
    ens3:
      addresses: [ 1.2.3.4/24 ]
      gateway4: 1.2.3.254
      nameservers:
        search: [ ubuntu-buch.info ]
        addresses:
          - "1.2.3.253"
          - "1.2.3.253"
```

Damit die Änderungen wirksam werden, führen Sie das folgende Kommando aus:

```
sudo netplan apply
```

## Den Namen der Netzwerkschnittstelle ermitteln

In diesem eBook gehe ich davon aus, dass der Name Ihrer Netzwerkschnittstelle `eth0` ist. In der Vergangenheit war das der Regelfall. Bei Ubuntu 16.04 kann es aber auch sein, dass der Schnittstellenname `enp0s3`, `ens3` oder so ähnlich lautet, je nachdem, in welcher Umgebung bzw. in welchem Virtualisierungssystem Ihr Server läuft. Wenn das bei Ihnen der Fall ist, dann müssen Sie in allen weiteren Beispielen jeweils `eth0` durch den entsprechenden Schnittstellennamen ersetzen.

Um den Namen der Netzwerkschnittstelle zu ermitteln, führen Sie `ip addr` aus. Dieses Kommando listet alle Netzwerkschnittstellen auf und gibt Details zu deren Konfiguration:

```
ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue
    state UNKNOWN group default
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
```

```
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 ::1/128 scope host
    valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
    pfifo_fast master br0 state UP group default qlen 1000
    link/ether 90:1b:e0:e8:84:86 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 138.201.20.176/26 brd 138.201.20.191 scope global eth0
    valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::921b:eff:fe8e:4886/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

Das Ergebnis sieht so ähnlich aus wie im obigen Listing. Dabei bezeichnet `lo` die Loopback-Schnittstelle, die für internen Netzwerkverkehr immer zur Verfügung steht und der immer die IP-Adresse 127.0.0.1 (also `localhost`) zugeordnet ist. Interessant ist die nächste Schnittstelle, hier eben `eth0`. Diese Schnittstelle verwendet die IP-Adresse 138.201.20.176.

## Hostname einstellen

Mit dem Kommando `hostname` können Sie sich vergewissern, dass der Hostname korrekt eingestellt ist. Sollte das nicht der Fall sein, korrigieren Sie den Hostnamen wie folgt:

```
sudo hostnamectl set-hostname ub.ubuntu-buch.info
```

## Netzwerkverbindung überprüfen

Als nächstes sollten Sie sich vergewissern, dass Ihr Server korrekt mit dem Internet verbunden ist. Einerseits sollte auf dem Server ein `ping` zu einem anderen Rechner funktionieren:

```
ping -c 3 google.de
PING google.de (173.194.116.191) 56(84) bytes of data:
 64 bytes from fra07s63-in-f31.1e100.net (173.194.116.191):
    icmp_seq=1 ttl=57 time=5.84 ms
...

```

Andererseits sollten Sie von einem anderen Computer zuhause Ihren Root-Server erreichen:

```
ping -c 3 138.201.20.176
```

Anstelle der Beispiel-IP-Adresse müssen Sie natürlich die IP-Adresse Ihres Servers angeben. Wenn Sie auf den Administrationsseiten Ihres Domainnamens einen Eintrag für den Hostnamen Ihres Servers hinzugefügt haben, dann funktioniert auch das folgende Kommando:

```
ping -c 3 ub.ubuntu-buch.info
```

Beachten Sie, dass neue bzw. geänderte DNS-Einstellungen oft erst nach mehreren Stunden aktiv werden.

## 8.4 SSH-Server

Wenn Sie die Installationsempfehlungen im vorigen Abschnitt beachtet haben, ist der SSH-Server bereits installiert und läuft schon. Dann können Sie sich von Ihrem lokalen Rechner zuhause bei Ihrem Ubuntu-Server anmelden:

```
ssh benutzername@ub.ubuntu-buch.info
```

Dabei müssen Sie natürlich Ihren eigenen Benutzer- und Hostnamen angeben. Sollte ein SSH-Login nicht gelingen, vergewissern Sie sich mit `systemctl status ssh`, ob der SSH-Prozess läuft. Ist das nicht der Fall, installieren Sie das Paket `openssh-server`:

```
apt install openssh-server
```

### Hinweis

Grundsätzlich müssen Sie alle Administrationskommandos mit `sudo` ausführen. Noch zweckmäßiger ist es zumeist, mit `sudo -s` nach dem Login für die Dauer der Administrationsarbeiten in den `root`-Modus zu wechseln. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels verzichte ich darauf, jedesmal explizit auf `sudo` hinzuweisen.

Wenn ein SSH-Login trotz eines laufenden SSH-Dienstes nicht möglich sein, sollten Sie nochmals einen Blick auf die Netzwerkkonfiguration werfen. Können Sie Ihren Server von außen *anpingen*, d. h., funktioniert `ping hostname` von einem anderen Rechner aus? Zeigt `ip addr show eth0` auf dem Server die korrekte IP-Adresse? Haben Sie in der Domain-Verwaltungssoftware der Firma, bei der Sie die Domain für Ihren Root-Server erworben haben, die IP-Adresse Ihres Root-Servers eingetragen?

## SSH mit fail2ban absichern

Ein funktionierender SSH-Server ist einerseits Ihr wichtigster Administrationszugang zum Root-Server, andererseits aber auch das vorerst größte Sicherheitsrisiko: Ihr Root-Server ist öffentlich im Internet erreichbar, somit kann jeder versuchen, sich dort via SSH einzuloggen. Ein Angreifer kennt natürlich das richtige Passwort nicht, aber er kann ja mal die gängigsten Passwörter automatisiert ausprobieren.

Es sollte daher selbstverständlich sein, dass Sie für alle Accounts auf Ihrem Root-Server sichere, ausreichend lange und nicht zu erratende Passwörter verwenden! Das Kommando `makepasswd` aus dem gleichnamigen Paket hilft Ihnen bei Bedarf, passende Passwörter zu generieren.

Ein direkter `root`-Login via SSH ist unter Ubuntu zum Glück ausgeschlossen: Zum einen ist `root` standardmäßig nicht mit einem Passwort ausgestattet, zum anderen enthält die SSH-Konfigurationsdatei `/etc/ssh/sshd_config` die Einstellung `PermitRootLogin without-password`, die besagt, dass zur Authentifizierung eines `root`-Logins ein Schlüssel verwendet werden muss, kein Passwort.

Empfehlenswert ist als weitere Schutzmaßnahme die Installation des Pakets `fail2ban`: In der Defaultkonfiguration überwacht es alle SSH-Login-Versuche. Nach mehreren gescheiterten Versuchen von einer bestimmten IP-Adresse wird diese Adresse durch eine Firewall-Regel für 10 Minuten blockiert. Das schiebt automatisierten Passwort-Crackern einen wirksamen Riegel vor.

```
apt install fail2ban
```

`fail2ban` funktioniert auf Anhieb sofort nach der Installation. Nur wenn Sie die Konfiguration verändern möchten, wechseln Sie in das Verzeichnis `/etc/fail2ban` und kopieren Sie `jail.conf` in die Datei `local.conf`. Diese Datei modifizieren Sie nun mit einem Editor. Anschließend müssen Sie `fail2ban` mit `systemctl reload fail2ban` auffordern, die geänderte Konfiguration einzulesen.

```
cd /etc/fail2ban
cp jail.conf local.conf
nano local.conf
systemctl reload fail2ban
```

Den aktuellen Status von fail2ban können Sie mit dem folgenden Kommando feststellen:

```
fail2ban-client status sshd
  Status for the jail: sshd
  |- Filter
  | |- Currently failed: 0
  | |- Total failed: 1191
  | `-- File list: /var/log/auth.log
  `-- Actions
     |- Currently banned: 0
     |- Total banned: 102
     `-- Banned IP list: ---
```

Ein Protokoll über alle IP-Adressen, die aktuell oder in der Vergangenheit blockiert worden sind, liefert `less /var/log/fail2ban.log`.

## 8.5 Web-Server (Apache, PHP und MySQL)

### Apache installieren

Bis jetzt ist Ihr Root-Server weitgehend unsichtbar. Er reagiert zwar auf ping-Pakete und lässt sich via SSH steuern, läuft aber ansonsten noch im Verborgenen. Abhilfe schafft die Installation des Webservers Apache:

```
apt install apache2
```

Apache wird sofort gezeigt. Sofern Sie die Nameserver-Einträge für Ihre Domain korrekt eingetragen haben, können Sie nun mit einem Webbrowser Ihre neue Webseite unter den Adressen <http://ubuntu-buch.info> bzw. <http://www.ubuntu-buch.info> bewundern (siehe Abbildung 8.8). Vorerst werden Sie dort allerdings nur eine Testseite vorfinden.

Wenn Sie anstelle der Testseite eine eigene HTML-Seite präsentieren möchten, können Sie mit einem Editor die Datei `/var/www/html/index.html` verändern. Komfortabler ist es aber, ein Content Management System (CMS) einzurichten, das bei der Gestaltung eigener Webseiten viel mehr Komfort bietet. Grundvoraussetzung für die meisten CMS ist die vorherige Installation der Programmiersprache PHP und des Datenbank-Servers MySQL. Die entsprechenden Informationen folgen in den weiteren Abschnitten. Vorher möchte ich aber noch einen kurzen Überblick über die Apache-Konfiguration geben.



Abbildung 8.8: Apache-Testseite

## Apache konfigurieren

Unter Ubuntu kommt die Apache-Version 2.4 zum Einsatz. Apache verwendet den Account `www-data` zur Ausführung des Programms Apache. Alle HTML-Dateien, die Apache anzeigen soll, müssen daher für diesen Benutzer lesbar sein. Apache liest die HTML-Dokumente standardmäßig aus dem Verzeichnis `/var/www/html`. Dieses Verzeichnis gilt als `DocumentRoot`.

Die Apache-Konfiguration ist über eine Vielzahl von Dateien im Verzeichnis `/etc/apache2` verteilt (siehe die folgende Tabelle). Die Unterscheidung zwischen den Verzeichnissen `*-available` und `*-enabled` vereinfacht das Aktivieren und Deaktivieren einzelner Erwei-

terungen oder ganzer Hosts. Dazu werden mit den Kommandos `a2enXxx` und `a2disXxx` Links eingerichtet (*enable*) bzw. wieder entfernt (*disable*).

Anfänglich ist die Datei `/etc/apache2/sites-available/000-default.conf` am wichtigsten. Diese Datei enthält die Defaulteinstellung für die Hauptseite, deren HTML-Dateien in `/var/www/` gespeichert sind. In dieser Datei sollten Sie die Variablen `ServerName` und `ServerAdmin` korrekt einstellen. Damit Änderungen an der Apache-Konfiguration wirksam werden, führen Sie das folgende Kommando aus:

```
systemctl reload apache2
```

Dateien	Inhalt
<code>apache2.conf</code>	Startpunkt
<code>httpd.conf</code>	benutzerspezifische Ergänzungen (optional)
<code>ports.conf</code>	aktive Ports, normalerweise Port 80 und 443
<code>conf-available/*</code>	verfügbare zusätzliche Konfigurationsdateien
<code>conf-enabled/*</code>	aktive Konfigurationsdateien (Links)
<code>mods-available/*</code>	verfügbare Erweiterungsmodule
<code>mods-enabled/*</code>	aktive Erweiterungsmodule (Links)
<code>sites-available/*</code>	verfügbare Hosts
<code>sites-enabled/*</code>	aktive Hosts (Links)
<code>envvars</code>	Umgebungsvariablen für das Init-Script

**Tabelle 8.2:** Apache-Konfigurationsdateien (alle Angaben relativ zu `/etc/apache2`)

## PHP und MySQL installieren

Apache an sich reicht zur Gestaltung moderner Webseiten nicht aus. In der Regel benötigen Sie außerdem die Programmiersprache PHP, einen Datenbank-Server sowie diverse Erweiterungsmodule. Eine vernünftige Basisausstattung bietet die Paketgruppe `lamp-server`:

```
apt update
taskset install lamp-server
```

Die Konfigurationsdateien für PHP und MySQL befinden sich an folgenden Orten:

```
/etc/mysql/my.cnf
/etc/php/7.2/apache2/php.ini
```

Änderungen an der MySQL-Konfiguration sind im Normalfall nicht erforderlich – und wenn doch, erfordern Sie tiefgehendes MySQL-Know-how. Ähnliches gilt auch für die PHP-Konfiguration. An einer Stelle sollten Sie allerdings sofort eingreifen: Der Parameter `max_upload_filesize` limitiert die Größe von Uploads auf praxisferne 2 MByte. Diesen Grenzwert überschreiten Sie bereits mit einem etwas größeren Foto. Laden Sie daher die Datei in einen Editor, suchen Sie nach dem Parameter und erhöhen Sie die Einstellung auf zumindest 16 MByte:

```
# Datei /etc/php/7.0/apache2/php.ini
...
upload_max_filesize = 16M
```

Damit die geänderte Einstellung wirksam wird, müssen Sie Apache dazu auffordern, die Konfiguration neu einzulesen:

```
systemctl reload apache2
```

## HTTPS

Für den gewöhnlichen Austausch von Daten zwischen Webserver und Browser kommt das Protokoll HTTP zum Einsatz. Es überträgt aber alle Daten unverschlüsselt. Damit ist es für die Übermittlung vertraulicher Daten ungeeignet. Für diesen Zweck ist das Protokoll HTTPS vorzuziehen. HTTPS vereint die Protokolle *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) und *Secure Sockets Layer* (SSL) und fügt HTTP so Verschlüsselungsfunktionen hinzu.

Ubuntu und Apache sind für die Verwendung von HTTPS bereits vorbereitet. Um die HTTPS-Funktionen zu aktivieren, führen Sie einfach die folgenden Kommandos aus:

```
a2ensite default-ssl
a2enmod ssl
systemctl restart apache2
```

Ab jetzt kann jeder via <https://ub.ubuntu-buch.info> auf Ihre Webseite zugreifen und dabei eine verschlüsselte Verbindung nutzen. Die URL ergibt sich also aus dem vollständigen Hostnamen des Servers und beginnt nicht mit `www!`

Leider hat diese extrem simple Lösung einen Schönheitsfehler: Es kommen dabei automatisch erzeugte Zertifikate zum Einsatz. Diese Zertifikate wurden von niemandem überprüft; insofern wird jeder Webbrowser unmissverständliche Warnungen anzeigen, dass diesen Zertifikaten nicht zu trauen ist.



**Abbildung 8.9:** Warnung vor einem selbst erzeugten Zertifikat im Webbrowser

Wenn Sie über Ihre Webseite Waren oder Dienstleistungen verkaufen möchten, ist dieser Umstand natürlich inakzeptabel – dann benötigen Sie *richtige* Zertifikate. Diese erhalten Sie kostenlos vom Projekt *Let's encrypt* oder kostenpflichtig von Zertifizierungsstellen wie Thawte oder Verisign.

Geht es Ihnen aber darum, Ihre private Webseite selbst sicher zu administrieren oder Nextcloud abhörsicher zu nutzen, dann sind die automatisch erzeugten Zertifikate voll-

kommen ausreichend. Die Verschlüsselungsqualität der Verbindung ist genauso gut wie bei jedem anderen Zertifikat. Der einzige Mangel besteht darin, dass der Webbrowser die Identität des Zertifikatsausstellers nicht feststellen kann. Aber Sie selbst, der Sie wissen, dass Ihr eigenes Zertifikat durchaus in Ordnung ist, können es akzeptieren und nutzen!

Zuletzt noch ein paar Interna: Die automatisch erzeugten Zertifikate stammen vom Paket `ssl-cert`, das zusammen mit Apache installiert worden ist. Direkt bei der Installation wurden automatisch die sogenannten Snakeoil-Zertifikate erzeugt, wobei die Hostname-Einstellungen laut `/etc/hostname` berücksichtigt wurden. Wenn Sie Ihren Hostnamen später verändert haben, passen die Zertifikate und Ihr Hostname nicht mehr zusammen. Abhilfe: Erzeugen Sie neue Zertifikate und aktivieren Sie diese durch einen Neustart von Apache:

```
make-ssl-cert generate-default-snakeoil --force-overwrite
systemctl restart apache2
```

Die Snakeoil-Zertifikate werden in den Dateien `/etc/ssl/certs/ssl-cert-snakeoil.*` gespeichert. Die Zertifikate sind 10 Jahre lang gültig. Die folgenden Zeilen in `/etc/apache2/sites-available/default-ssl.conf` sind dafür verantwortlich, dass die Zertifikate automatisch berücksichtigt werden:

```
# Datei /etc/apache2/sites-available/default-ssl.conf
<IfModule mod_ssl.c>
  <VirtualHost _default_:443>
    ...
    SSLCertificateFile      /etc/ssl/certs/ssl-cert-snakeoil.pem
    SSLCertificateKeyFile   /etc/ssl/private/ssl-cert-snakeoil.key
    ...
  </VirtualHost>
</IfModule>
```

## Let's-Encrypt-Zertifikate installieren

Das Projekt *Let's Encrypt* hat sich zum Ziel gesetzt, Betreibern von Webseiten bei der Verschlüsselung ihrer Seiten zu helfen und stellt kostenlose Zertifikate zur Verfügung, die von allen aktuellen Webbrowsern akzeptiert werden:

<https://letsencrypt.org>

Überprüft wird dabei nur der Hostname, nicht Ihre Identität bzw. jene Ihrer Firma. Diese Einschränkung gilt aber auch für die jeweils kostengünstigste Zertifikatsvariante der etablierten Zertifizierungsstellen. Insofern ist das Angebot von *Let's Encrypt* durchaus attraktiv. Dass die Zertifikate nur eine Gültigkeit von 90 Tagen haben, ist nicht weiter schlimm – ich werde Ihnen gleich zeigen, wie Sie den Zertifikatserneuerungsprozess automatisieren.

Beim Einrichten und Installieren der Zertifikate hilft das Kommando `certbot` aus dem gleichnamigen Paket:

```
apt install certbot
```

### Tipps

Um Missbrauch zu vermeiden, gibt es strikte Limits, wie viele Zertifikate für eine Domain in einer bestimmten Zeit erzeugt werden dürfen:

<https://letsencrypt.org/docs/rate-limits/>

Um zu vermeiden, dass Sie diese Limits erreichen, sollten Sie für erste Tests die Option `--test-cert` verwenden. Damit erhalten Sie Zertifikate von einem Test-System. Erst wenn Sie sicher sind, dass alles funktioniert, erstellen Sie die richtigen Zertifikate ohne diese Option.

Um Let's-Encrypt-Zertifikate anzufordern und für den Webserver Apache zu installieren, führen Sie das folgende Kommando aus. Dabei ersetzen Sie `ubuntu-buch.info` durch Ihren Domainnamen. Die Zertifikate für `smtp.*` und `imap.*` sollen später zur sicheren Konfiguration des Mail-Servers verwendet werden. Sollten Sie keinen Mail-Server einzurichten wollen, lassen Sie diese beiden Hostnamen weg. Und wenn Sie <http://domainname> gegenüber <http://www.domainname> vorziehen, können Sie auch auf die `www.*`-Variante verzichten. Wenn Sie sicher sind, dass alles klappt, entfernen Sie zuletzt die Option `--test-cert` und führen das Kommando nochmals aus.

```
certbot --apache --test-cert -d www.ubuntu-buch.info \
  -d ubuntu-buch.info -d imap.ubuntu-buch.info \
  -d smtp.ubuntu-buch.info
```

Das Script fordert Sie auf, eine E-Mail-Adresse anzugeben. Über diese werden Sie verständigt, wenn Ihre Zertifikate ablaufen. Wenn `letsencrypt` in der Apache-

Konfiguration keine Datei mit `ServerName`-Einstellungen findet, die mit den von Ihnen angegebenen Hostnamen übereinstimmen, müssen Sie in einem weiteren Dialog auswählen, in welche Apache-Konfigurationsdatei die SSL-Konfiguration eingetragen wird. Außerdem können Sie entscheiden, ob Ihre Webseite auch via HTTP zugänglich sein soll, oder ob HTTPS das einzig erlaubte Protokoll ist.

Let'sencrypt fordert nun beim *Let's-Encrypt*-Projekt die für Sie generierten Zertifikate an, lädt diese herunter, installiert alle erforderlichen Dateien in das Verzeichnis `/etc/letsencrypt`, verändert die Apache-Konfiguration und startet Apache schließlich neu.

Das folgenden Listing zeigt beispielhaft eine Apache-Konfigurationsdatei, die auf Let's-Encrypt-Zertifikate zurückgreift. Aus Platzgründen wurden einige Einstellungen über zwei Zeilen verteilt.

```
# z. B. in der Datei /etc/apache2/sites-available/default-ssl.conf
...
SSLCertificateFile
    /etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/fullchain.pem
SSLCertificateKeyFile
    /etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/privkey.pem
ServerName      ubuntu-buch.info
ServerAlias     imap.ubuntu-buch.info
ServerAlias     smtp.ubuntu-buch.info
Include
    /etc/letsencrypt/options-ssl-apache.conf
```

Die `ServerAlias`-Zeilen sind für den Web-Server-Betrieb überflüssig, stören aber nicht. Sie müssen in der Konfigurationsdatei bleiben, damit die automatische Zertifikatserneuerung durch `letsencrypt renew` funktioniert.

Nach einem ersten Test, ob <https://www.ubuntu-buch.info> und <https://ubuntu-buch.info> in einem Webbrowser angezeigt werden können, sollten Sie Ihre HTTPS-Konfiguration noch über die Seite <https://www.ssllabs.com> kontrollieren (siehe Abbildung 8.10). Diese Seite führt umfassende Tests durch, ob Apache nach allen Regeln der Kunst sicher konfiguriert ist.

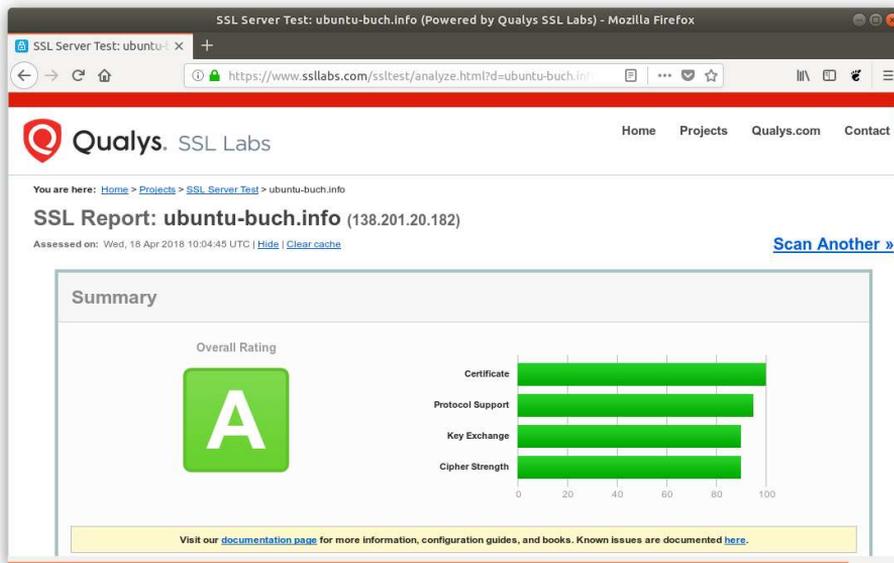


Abbildung 8.10: SSL Labs ist mit der Konfiguration zufrieden

## Wildcard-Zertifikate

Seit Anfang 2018 kann Let's Encrypt auch Wildcard-Zertifikate ausstellen, die für alle Subdomänen eines Domainnamens gelten (gemäß dem Beispiel dieses Buchs also für \*.ubuntu-buch.info). Allerdings ist der Ablauf komplizierter und setzt eine Veränderung der DNS-Konfiguration voraus. Weitere Infos können Sie hier nachlesen:

<https://www.eigenmagic.com/2018/03/14/howto-use-certbot-with-lets-encrypt-wildcard-certificates>

<https://www.codementor.io/slavko/generating-letsencrypt-wildcard-certificate-with-certbot-hts4aee8u>

## Automatische Erneuerung der Let's-Encrypt-Zertifikate

Mit dem `openssl`-Kommando können Sie einen Blick in Ihr Zertifikat werfen:

```
openssl x509 -text -in \  
/etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/cert.pem
```

Certificate:

```
...
Signature Algorithm: sha256WithRSAEncryption
Issuer: C=US, O=Let's Encrypt, CN=Let's Encrypt Authority X3
Validity
    Not Before: Feb 25 04:47:26 2018 GMT
    Not After : May 26 04:47:26 2018 GMT
...
X509v3 Subject Alternative Name:
    DNS:imap.ubuntu-buch.info,
    DNS:smtp.ubuntu-buch.info,
    DNS:ubuntu-buch.info,
    DNS:www.ubuntu-buch.info
```

Aus den Daten geht hervor, dass das Zertifikat nur 90 Tage gültig ist. Das erscheint auf den ersten Blick eine große Einschränkung zu sein. Tatsächlich ist *Let's Encrypt* aber dahingehend konzipiert, dass es recht einfach ist, die Zertifikate regelmäßig automatisiert zu erneuern. Diese Aufgabe übernimmt das Kommando `certbot renew`. Es kontrolliert alle Let's-Encrypt-Zertifikate Ihres Rechners und erneuert alle, die in den nächsten 30 Tagen auslaufen.

```
certbot renew
Processing /etc/letsencrypt/renewal/www.ubuntu-buch.info.conf
The following certs are not due for renewal yet:
/etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/fullchain.pem (skipped)
No renewals were attempted.
```

Es geht also nur noch darum, den Aufruf von `certbot renew` automatisch täglich durchzuführen. Dazu erstellen Sie mit einem Editor die Datei `/etc/cron.daily/letsencrypt` mit dem folgenden Inhalt:

```
#!/bin/bash
# Datei /etc/cron.daily/letsencrypt
certbot renew
```

Jetzt machen Sie die Datei noch ausführbar:

```
chmod a+x /etc/cron.weekly/letsencrypt
```

## 8.6 CMS (WordPress)

Zur Gestaltung von Webseiten sowie zur Realisierung eigener Blogs gibt es unzählige CMS, z. B. Joomla, Typo3 oder WordPress. Ich beziehe mich im Folgenden auf WordPress, primär deswegen, weil dieses CMS momentan die größte Verbreitung genießt und relativ einfach einzurichten ist. Die folgende Anleitung wurde mit WordPress 4.9 getestet. Sie sollten aber unbedingt die gerade aktuelle Version installieren. In den letzten Jahren hat sich der Installationsprozess kaum verändert, die Anleitung gilt daher ziemlich sicher auch für weitere Versionen.

### Installation

Zu WordPress gibt es zwar ein Ubuntu-Paket, das in der Vergangenheit aber oft schlecht gewartet wurde und Probleme bei der Installation bereitet hat. Aus diesem Grund beschreibe ich hier die manuelle Installation, die zwar ein wenig umständlicher ist, dafür aber zuverlässiger funktioniert und Ihnen vor allem auf Anhieb eine deutschsprachig lokalisierte Anwendung bietet.

Eine Voraussetzung für den Betrieb von WordPress ist das `rewrite`-Modul von Apache. Es ist bereits installiert, muss aber explizit aktiviert werden. Diese und die folgenden Kommandos sind mit Administratorrechten auszuführen. Um ein ständiges Voranstellen von `sudo` zu vermeiden ist es sinnvoll, zuerst mit `sudo -s` in den `root`-Modus zu wechseln.

```
sudo -s
a2enmod rewrite
systemctl restart apache2
```

Außerdem sollten Sie das Paket `php5-gd` installieren, das Grafikfunktionen für die Programmiersprache PHP zur Verfügung stellt:

```
apt install php-gd
```

Den Quellcode von WordPress laden Sie mit den folgenden Kommandos herunter, packen ihn aus und installieren ihn im Verzeichnis `/var/www/html/wordpress`. Das Kommando `chown` verändert die Zugriffsrechte so, dass Apache die Dateien lesen und verändern kann.

```
wget http://de.wordpress.org/latest-de_DE.tar.gz
tar xzf latest-de_DE.tar.gz
mv wordpress /var/www/html/
chown -R www-data:www-data /var/www/html/
```

WordPress speichert die meisten Daten in einer MySQL-Datenbank. Diese müssen Sie vorweg zusammen mit einem MySQL-Benutzer einrichten. Dazu führen Sie die folgenden Kommandos aus. Beachten Sie, dass ein MySQL-Login ohne Passwort nur möglich ist, wenn Sie als root arbeiten!

Sowohl die neue Datenbank als auch der WordPress-MySQL-Benutzer erhalten den Namen wp. Der Benutzer wp muss ebenfalls mit einem Passwort abgesichert werden. Verwenden Sie dazu *nicht* das MySQL-root-Passwort, sondern ein neues Passwort, und notieren Sie sich dieses!

```
root# mysql
> CREATE DATABASE wp;
> GRANT ALL ON wp.* TO wp@localhost IDENTIFIED BY 'strengGeheim';
> exit
```

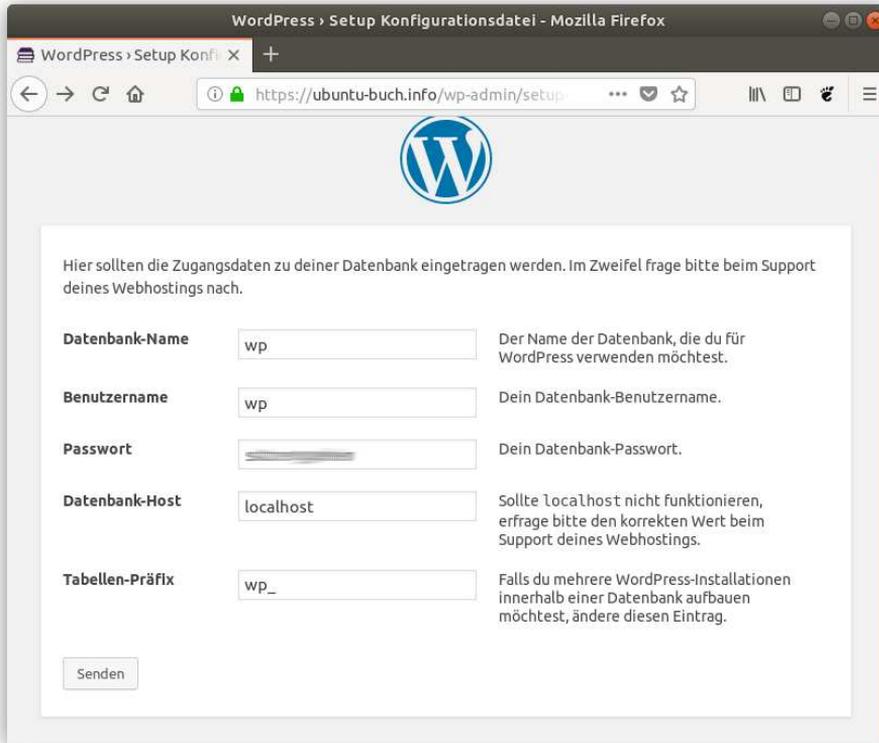
WordPress soll für die kürzestmögliche Adresse verwendet werden, d.,h. ein Besuch von <http://ubuntu-buch.info> bzw. <https://ubuntu-buch.info> soll die von WordPress erzeugte Webseite liefern. Damit das funktioniert, ändern Sie in die Apache-Konfigurationsdateien 000-default.conf und ssl-default.conf jeweils die DocumentRoot-Zeile:

```
# Datei /etc/apache2/sites-available/000-default.conf
...
DocumentRoot /var/www/html/wordpress/
...

# Datei /etc/apache2/sites-available/ssl-default.conf
...
ServerName ubuntu-buch.info
DocumentRoot /var/www/html/wordpress/
...
```

Diese Einstellungen werden wirksam, sobald Apache die geänderte Konfiguration einliest:

```
systemctl reload apache2
```



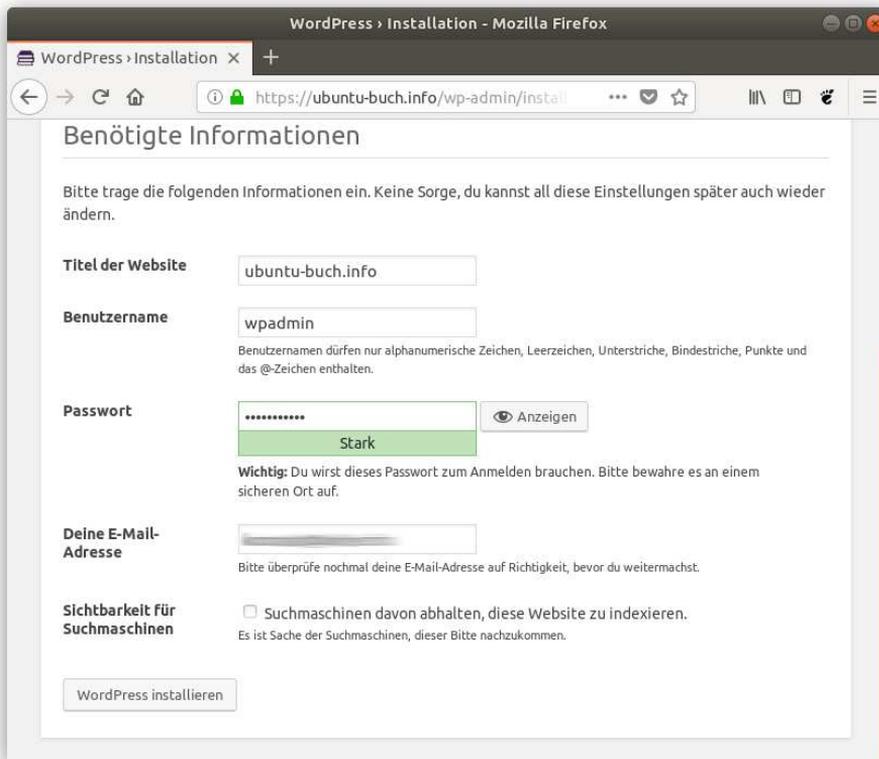
**Abbildung 8.11:** Daten für die WordPress-Konfigurationsdatei eingeben

Nach diesen Vorbereitungsarbeiten müssen Sie nun die WordPress-Konfigurationsdatei `/var/www/html/wordpress/wp-config.php` einrichten. Diese Arbeit erledigen Sie in einem Webbrowser, indem Sie die folgende Seite besuchen (siehe Abbildung 8.11). Anstelle von `ubuntu-buch.info` müssen Sie natürlich Ihren Hostnamen angeben! Im Konfigurationsdialog müssen Sie denselben Datenbanknamen, denselben Datenbanknutzer sowie das gleiche Passwort wie bei den obigen MySQL-Kommandos verwenden.

<https://ubuntu-buch.info/wp-admin/setup-config.php>

Damit hat WordPress nun die erforderlichen Informationen, um auf die MySQL-Datenbank zuzugreifen. Jetzt geht es darum, darin die vorerst weitgehend leeren Tabellen einzurichten. Auch dabei hilft eine Konfigurationsseite von WordPress, die Sie über die unten stehende Seite erreichen.

<https://ubuntu-buch.info/wp-admin/install.php>



**Abbildung 8.12:** WordPress-Datenbank-Initialisierung

In der WordPress-Nomenklatur wird das als »Fünf-Minuten-Installation« bezeichnet (siehe Abbildung 8.12). Tatsächlich gelingt die Eingabe der wenigen Daten sogar noch ein wenig schneller; die Zeit für die vorher notwendigen Konfigurationsschritte dürfen Sie natürlich nicht mitrechnen ...

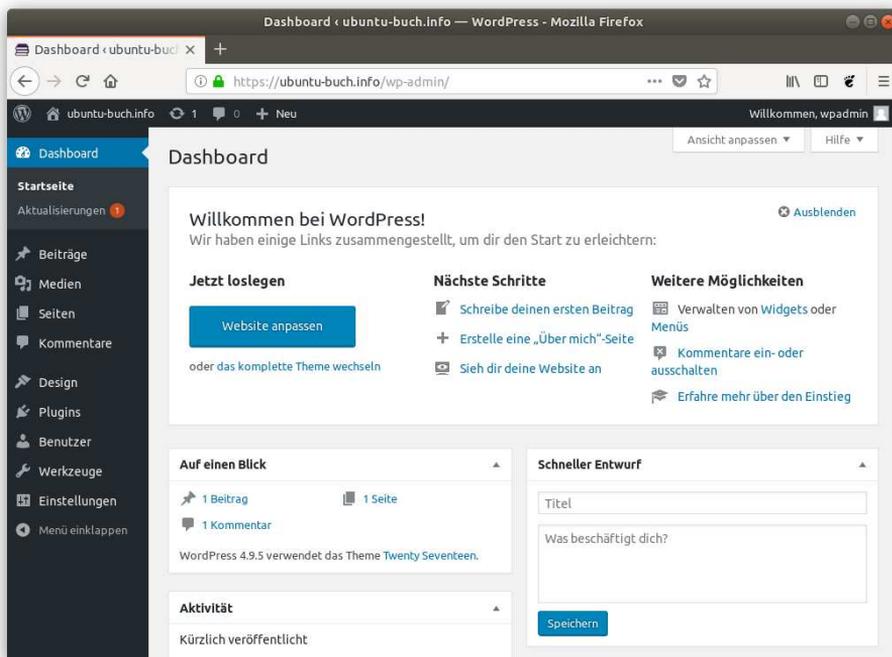
## WordPress bedienen

Damit ist die WordPress-Konfiguration abgeschlossen. Jetzt geht es nur noch darum, das Layout und den Inhalt Ihrer WordPress-Webseite einzurichten (siehe Abbildung 8.13). Tipps dazu finden Sie auf unzähligen WordPress-Hilfeseiten; mit Ubuntu hat dies nichts mehr zu tun. Die Administration führen Sie auf der folgenden Seite durch:

<http://ubuntu-buch.info/wp-admin>

Die resultierende Webseite hat diese Adressen:

<http://ubuntu-buch.info> und <https://ubuntu-buch.info>



**Abbildung 8.13:** Die WordPress-Benutzeroberfläche

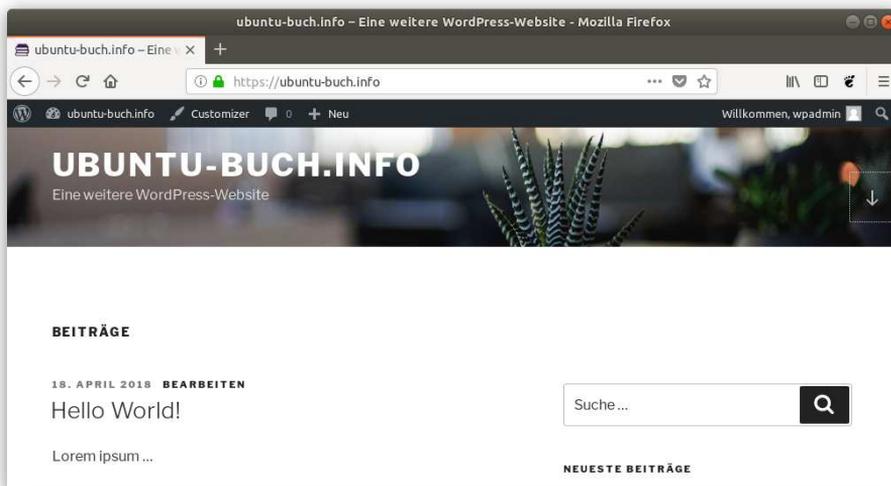
## HTTPS-Umleitung

In der aktuellen Konfiguration lassen Sie den Webbenutzern die Wahl, ob diese Ihre Seite über das Protokoll HTTP oder mittels HTTPS besuchen. Wenn Sie das sichere Protokoll HTTPS erzwingen wollen, leiten Sie einfach jeden HTTP-Aufruf auf die entsprechende HTTPS-Seite um. Dazu fügen Sie in `000-default.conf` die folgende `Redirect`-Zeile ein:

```
# Datei /etc/apache/sites-available/000-default.conf
```

```
...
```

```
Redirect permanent / https://ubuntu-buch.info/
```



**Abbildung 8.14:** Eine WordPress-Beispielseite

Wie üblich müssen Sie Apache dazu auffordern, die Konfigurationsdateien neu zu lesen:

```
systemctl reload apache2
```

## WordPress-Backups erstellen

Je mehr Daten Sie über die WordPress-Benutzeroberfläche einpflegen, desto intensiver sollten Sie über ein Backup dieser Daten nachdenken. Grundsätzlich landen Ihre Daten an zwei Orten: Texte und Einstellungen werden in der MySQL-Datenbank wp gespeichert; Bilder, Uploads sowie WordPress-Plugins im Verzeichnis `/var/www/html/wordpress`.

Die folgenden Kommandos erstellen komprimierte Backups der wp-Datenbank sowie des WordPress-Verzeichnisbaums. Die Backup-Dateien werden im Verzeichnis backup im Benutzerverzeichnis gespeichert. Bei der Ausführung des `mysqldump`-Kommandos müssen Sie das Passwort für den MySQL-Benutzer wp angeben, also strengGeheim laut den obigen Beispielen.

```
sudo -s
mkdir /backup
mysqldump -p -u wp wp | gzip -c > /backup/wp.sql.gz
cd /var/www/html
```

```
tar czf /backup/wp.tar.gz wordpress
```

Um die Backups zu automatisieren, erzeugen Sie das Cron-Script  
/etc/cron.weekly/cms-backup:

```
#!/bin/bash
# Datei /etc/cron.weekly/cms-backup
mysqldump wp | gzip -c > /backup/wp.sql.gz
cd /var/www/html
tar czf /backup/wp.tar.gz wordpress
```

Damit das Script automatisch ausgeführt wird, muss es ausführbar sein!

```
chmod a+x /etc/cron.weekly/cms-backup
```

Damit wird nun einmal wöchentlich ein Backup durchgeführt. Das nützt Ihnen natürlich wenig, wenn die Festplatte Ihres Root-Servers überraschend ausfällt. Deswegen sollten Sie die Backup-Dateien regelmäßig mit scp auf Ihren privaten Rechner herunterladen oder direkt im Backup-Script auf einen anderen Server übertragen.

## 8.7 Nextcloud

Nextcloud ermöglicht es, Dateien, Adressen, Kalender, Musikstücke und andere Daten auf einem eigenen Server abzulegen und diese Daten über alle erdenklichen Client-Geräte hinweg zu synchronisieren. Unterstützt werden unter anderem Rechner unter Linux, Windows und OS X sowie Smartphones und Tablets unter Android und iOS. Damit bietet Nextcloud ähnliche Funktionen wie Dropbox, iCloud und Co.

Der Vorteil von Nextcloud besteht darin, dass die Daten unter Ihrer Kontrolle bleiben, und dass keine zusätzlichen Kosten anfallen. Leider gibt es auch Nachteile: Nach meinen Erfahrungen sind die vielen Funktionen der Nextcloud zum Teil weniger gut ausgereift als bei der kommerziellen Konkurrenz. Für Smartphone- und Tablet-Anwender hat Nextcloud außerdem den Nachteil, dass es nur wenige Apps gibt, die die Nextcloud als Datenspeicher verwenden; gerade die grandiose Integration in viele Apps ist ja der entscheidende Vorteil von Dropbox oder iCloud.

## Installation

Nextcloud setzt einige PHP-Module voraus, die standardmäßig nicht installiert sind. Das müssen Sie nachholen:

```
apt install php-curl php-gd php-mbstring php-sqlite3 php-xml php-zip
```

Außerdem nutzt Nextcloud die Apache-Module `rewrite` und `headers`, die Sie aktivieren müssen, falls das noch nicht erfolgt ist:

```
a2enmod rewrite
a2enmod headers
```

Ein Archiv mit allen Dateien der gerade aktuellen Version von Nextcloud laden Sie mit `wget` in ein beliebiges Verzeichnis. Den aktuellen Download-Link finden Sie unter <https://nextcloud.com/install>. Ich habe die Installation mit Nextcloud 13 durchgeführt. Dann packen Sie das Archiv im Verzeichnis `/var/www/html` aus und stellen mit `chown` sicher, dass Apache alle Dateien lesen kann:

```
cd /var/www/html
wget https://download.nextcloud.com/server/releases/nextcloud-n.tar.bz2
tar xjf nextcloud-*.tar.bz2
chown -R www-data:www-data nextcloud
```

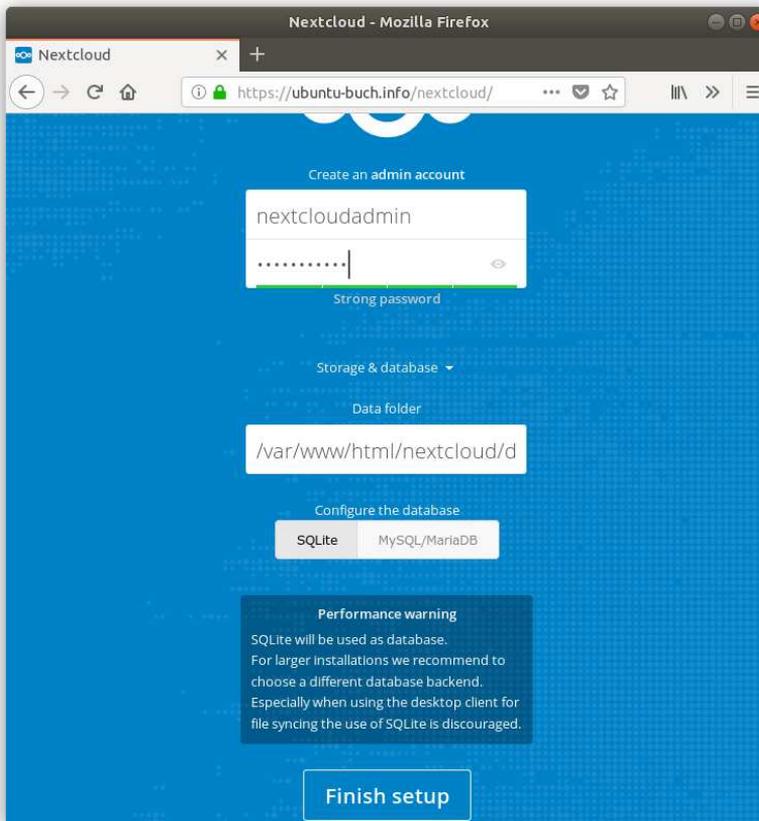
Jetzt sind noch einige Änderungen an der Apache-Konfiguration erforderlich. Ich gehe hier davon aus, dass Sie Nextcloud ausschließlich über HTTPS nutzen möchten, wie es aus Sicherheitsgründen anzustreben ist.

```
# in der Datei /etc/apache2/sites-available/default-ssl.conf
<VirtualHost _default_:443>
    ...
    Alias /nextcloud /var/www/html/nextcloud
    <Directory /var/www/html/nextcloud>
        Options +FollowSymLinks
        AllowOverride All
        <IfModule mod_dav.c>
            Dav off
        </IfModule>
        SetEnv HOME /var/www/html/nextcloud
        SetEnv HTTP_HOME /var/www/html/nextcloud
    </Directory>
```

```
<Directory "/var/www/html/nextcloud/data/">
  # just in case if .htaccess gets disabled
  Require all denied
</Directory>
...
</VirtualHost>
```

Um die vielen Änderungen an der Apache-Konfiguration wirksam werden zu lassen, müssen Sie Apache schließlich neu starten:

```
systemctl restart apache2
```



**Abbildung 8.15:** Abschluss der Nextcloud-Installation im Webbrowser

Die Installation schließen Sie schließlich im Webbrowser unter dieser Adresse ab (siehe Abbildung 8.15): <https://ubuntu-buch.info/nextcloud>

Dort richten Sie den Nextcloud-Administrator ein. Verwenden Sie einen nicht ohne Weiteres erratbaren Admin-Namen (*nicht* Ihren üblichen Login-Namen und auch nicht *nextcloudadmin* wie in der Abbildung) und ein sicheres Passwort! Optional können Sie an dieser Stelle den Ort des Datenverzeichnisses einstellen. Standardmäßig verwendet Nextcloud das Verzeichnis `/var/www/html/nextcloud/data`, und es gibt wenig Gründe, daran etwas zu ändern.

Außerdem können Sie das Datenbanksystem wählen, in dem Nextcloud diverse Einstellungen und Metadaten speichert. Per Default kommt SQLite zum Einsatz. Sofern Sie Nextcloud nur privat nutzen möchten, lassen Sie es dabei bewenden. Bei größeren Nextcloud-Installationen verspricht MySQL als Datenbank-Backend eine höhere Geschwindigkeit. Dazu müssen Sie wie aber, wie ich im vorigen Abschnitt zur WordPress-Installation gezeigt habe, vorweg eine neue MySQL-Datenbank und einen neuen MySQL-Nutzer einrichten.

## Nextcloud-Benutzerverwaltung und -Apps

So wie Sie unter Linux nur in Ausnahmefällen als `root` arbeiten, werden Sie auch bei Nextcloud das Admin-Konto nicht zur Speicherung gewöhnlicher Daten verwenden. Sie sollten deshalb nach dem ersten Login bei Nextcloud zuerst in den Einstellungen die deutsche Sprache aktivieren und dann im Menüpunkt NUTZER im Login-Menü rechts oben einen gewöhnlichen Benutzer einrichten. An dieser Stelle können Sie auch Nextcloud-Konten für Familienmitglieder, Firmenmitarbeiter etc. anlegen (siehe Abbildung 8.16).

Der Menüpunkt APPS führt in eine lange Liste von Nextcloud-Erweiterungen. Dort können Sie z. B. die Groupware-Pakete CALENDAR und CONTACTS zur Verwaltung von Terminen und Adressen aktivieren (zu finden im Dialogblatt APP-PAKETE).

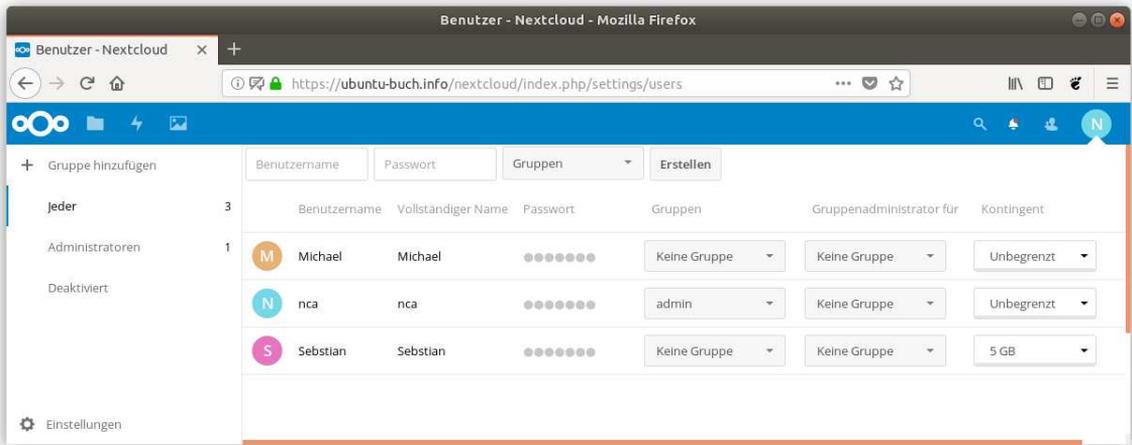


Abbildung 8.16: Nextcloud-Benutzerverwaltung

## Nextcloud nutzen

Am einfachsten lässt sich Nextcloud über die Weboberfläche nutzen: Dort können Sie Ihre Dateien hochladen und verwalten, die darin enthaltenen Bilder organisieren etc.

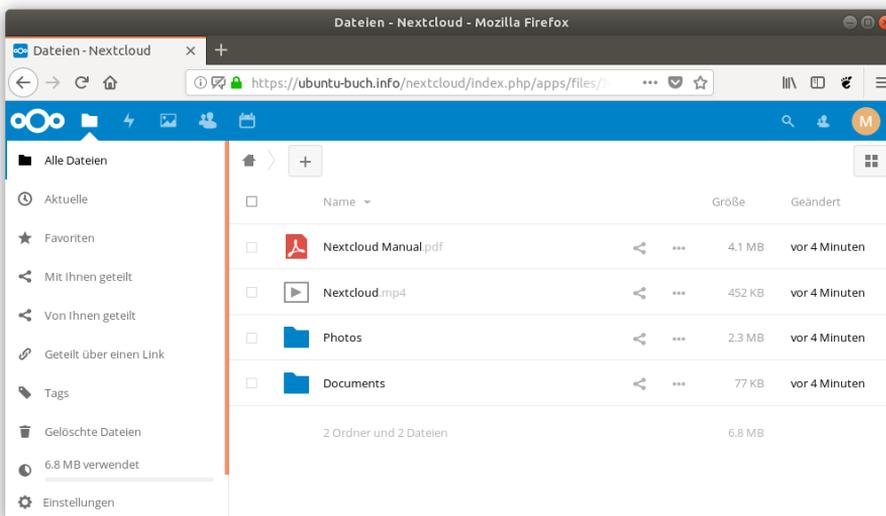


Abbildung 8.17: Nextcloud über die Weboberfläche nutzen

Um Dateien Ihrer Ubuntu-Desktop-Installation mit Nextcloud zu synchronisieren, installieren Sie auf Ihrem Desktop-Rechner (nicht auf dem Server!) in *Ubuntu-Software* das Snap-Paket `nextcloud-client`. Danach starten Sie den Nextcloud-Client in der Aktivitätsansicht. Im ersten Schritt des Verbindungsassistenten geben Sie nun die HTTP- oder HTTPS-Adresse Ihres Nextcloud-Servers an, also z. B. `ubuntu-buch.info/nextcloud`; im zweiten Schritt folgen Ihr Loginname und das Passwort. Der Assistent richtet automatisch das Verzeichnis Nextcloud ein. Alle dort gespeicherten Dateien werden automatisch mit Ihrer Nextcloud synchronisiert.



**Abbildung 8.18:** Nextcloud-Client-Konfiguration

Der Nextcloud-Client kümmert sich nur um Dateien. Sie können aber in den Systeminstellungen des Ubuntu-Desktops im Modul **ONLINE-KONTEN** Nextcloud auch als Datenquelle für die Kontakt- und Terminverwaltung einzurichten.

### Windows, macOS, iOS, Android

Nextcloud-Client-Programme für Windows und macOS finden Sie unter <https://nextcloud.com/install> zum kostenlosen Download. Damit können Sie Ihre Dateien auch über mehrere Rechner in unterschiedlichen Betriebssystemen synchronisieren.

Für Android- und iOS-Geräte gibt es im Play Store bzw. im App Store eine kostengünstige Nextcloud-App. Damit können Sie unkompliziert auf Ihre Nextcloud-Dateien zugreifen und Ihre Fotos mit Nextcloud synchronisieren.

## 8.8 Mail-Server (Postfix und Dovecot)

### DNS-Konfiguration

Der erste Schritt zum eigenen Mail-Server besteht in der korrekten Nameserver-Konfiguration. Für den E-Mail-Verkehr sind allerdings keine gewöhnlichen DNS-Einträge (sogenannte A-Records) zuständig, sondern spezielle MX-Einträge: Ein MX-Eintrag gibt den Hostnamen und nicht die IP-Adresse des Rechners an, der für die E-Mails einer Domain zuständig ist. Das ermöglicht es, die E-Mail-Dienste auf einem anderen Rechner zu realisieren als die restlichen Internetdienste wie Web, SSH, FTP etc.

Typ	Hostname	Ziel/Inhalt
A	@	138.201.20.182
A	mail	138.201.20.182
A	ub	138.201.20.182
A	...	...
CNAME	smtp	mail
CNAME	imap	mail
MX	@	mail
TXT	@	v=spf1 a mx ~all

**Tabelle 8.3:** DNS-Einträge für einen einfachen Mail-Server

Die obige Tabelle fasst eine typische DNS-Konfiguration für einen einfachen Server zusammen. Dabei müssen Sie `ubuntu-buch.info` durch Ihre tatsächliche Domain und `138.201.20.182` durch die IP-Adresse Ihres Root-Servers ersetzen. Da beim MX-Eintrag ein Domainname und keine IP-Adresse angegeben wird, muss der dort angegebene Domainname – üblicherweise `mail.domainname` – ebenfalls durch einen A-Eintrag definiert werden.

Die Einträge `smtp.xxx` und `imap.xxx` sind für den Mail-Server-Betrieb eigentlich nicht erforderlich, sie erleichtern aber oft die Client-Konfiguration: Manche Mail-Clients gehen standardmäßig davon aus, dass es mit `smtp`, `imap` und eventuell auch `pop` oder `pop3` beginnende Hostnamen für die entsprechenden Protokolle gibt.

Diese Konfiguration müssen Sie in der Weboberfläche der Firma durchführen, bei der Sie Ihren Domainnamen registriert haben. Normalerweise dauert es einige Stunden, bis dort durchgeführte Änderungen wirksam werden. Bei der Kontrolle der DNS-Konfiguration ist das Kommando `host` hilfreich, das je nach Distribution im Paket `bind9-host` versteckt ist. Die folgenden Zeilen zeigen, wie Sie zuerst den Hostnamen des Mail-Servers ermitteln und dann dessen IP-Adresse abfragen:

```
host -t MX ubuntu-buch.info
      ubuntu-buch.info mail is handled by 10 mail.ubuntu-buch.info

host mail.ubuntu-buch.info
      mail.ubuntu-buch.info has address 138.201.20.182
```

Führen Sie `host` nicht direkt auf dem Root-Server, sondern auf Ihrem Rechner zuhause aus! Andernfalls können ein eigener Nameserver sowie der Nameserver Ihres Providers das Ergebnis beeinflussen. Das erschwert die Suche nach eventuell vorhandenen eigenen Konfigurationsfehlern.

## Reverse-DNS-Konfiguration

Normalerweise liefern Domain Name Server (DNS) die IP-Adresse, die zu einem Hostnamen gehört. Wenn ein fremder Rechner mit `ubuntu-buch.info` in Kontakt treten möchte – sei es mit einem Webbrowser, via SSH oder per E-Mail –, kontaktiert er zuerst den nächsten DNS. Dieser liefert die IP-Nummer des Servers von `ubuntu-buch.info`.

Reverse DNS funktioniert gerade umgekehrt: Die IP-Adresse ist bekannt, dafür wird nun der Hostname gesucht. Damit das funktioniert, muss ein Reverse-DNS-Eintrag vorhanden sein. Wenn Sie einen Root-Server gemietet haben, muss Ihr Provider diesen Reverse-DNS-Eintrag durchführen. Viele Provider stellen ihren Kunden ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug zur Verfügung. Der Reverse-DNS-Eintrag hat nichts mit den übrigen DNS-Einträgen zu tun! Die Einstellung erfolgt deswegen nicht auf der

DNS-Konfigurationsseite Ihres Domainnamens, sondern im Rahmen der Root-Server-Konfiguration.

Auch Reverse DNS testen Sie am einfachsten mit dem `host`-Kommando. Beachten Sie, dass zwar mehrere Hostnamen zur selben IP-Adresse führen können, dass die umgekehrte IP-Auflösung aber immer nur einen eindeutigen Hostnamen liefert:

```
host ubuntu-buch.info
  ubuntu-buch.info has address 138.201.20.182
  ubuntu-buch.info mail is handled by 10 mail.ubuntu-buch.info.
host 138.201.20.182
  182.20.201.138.in-addr.arpa domain name pointer ub.ubuntu-buch.info.
```

An sich sind Reverse-DNS-Einträge für den Internet-Verkehr nicht zwingend erforderlich. Es gibt keinen Internet-Standard, der derartige Einträge vorschreibt. Bei Mail-Servern haben sich Reverse-DNS-Einträge dennoch durchgesetzt: Viele Mail-Server akzeptieren nämlich den Empfang von E-Mails nur, wenn für den Absender-Mail-Server ein korrekter Reverse-DNS-Eintrag existiert. Diese Schutzmaßnahme richtet sich gegen durch Schadsoftware infizierte Rechner, die – oft ohne das Wissen des Eigentümers – zum Spam-Versand missbraucht werden.

## Sender Policy Framework (SPF)

Immer mehr Mail-Server betrachten E-Mails als spamverdächtig, wenn der versendende E-Mail-Server keinen SPF-Eintrag besitzt bzw. wenn beim Versand der E-Mail die vorhandenen SPF-Regeln missachtet werden. Was ist also SPF? Diese Abkürzung steht für *Sender Policy Framework* und beschreibt ein Verfahren, mit dem der Mail-Server die zulässigen IP-Adressen festschreibt, von denen aus E-Mails versendet werden können. Die SPF-Informationen werden als TXT-Eintrag bei der DNS-Konfiguration angegeben.

Die Syntax ist einfach: Die Zeichenkette muss mit `v=spf1` beginnen. Danach werden mit `ip4:1.2.3.4` die IP-Adressen der Server aufgezählt, die E-Mails für den betreffenden Mail-Server versenden dürfen. Alternativ bedeutet `a mx`, dass alle IP-Adressen der durch MX-Einträge angegebenen Hostnamen gültig sind. Der Eintrag endet üblicherweise mit `~all`. Das bedeutet, dass keine anderen IP-Adressen Mails senden sollen. Die strengere

Einstellung `-all`, die andere IP-Adressen explizit verbietet, wird nicht empfohlen, weil sie beim Weiterleiten von Mails Probleme machen kann.

Zur Einstellung des TXT-Eintrags müssen Sie wieder die Weboberfläche zur DNS-Konfiguration für Ihre Domain verwenden. Anschließend können Sie Ihren Eintrag mit dem `host`-Kommando überprüfen:

```
host -t TXT ubuntu-buch.info
      ubuntu-buch.info descriptive text "v=spf1 a mx ~all"
```

### TXT- versus SPF-Eintrag

Ursprünglich war geplant, für SPF-Einträge einen eigenen Typ von DNS-Einträgen zu definieren. Es hat sich dann aber als einfacher herausgestellt, die Informationen in den ohnedies schon vorgesehenen Texteinträgen unterzubringen. Weitere Informationen zu SPF können Sie hier nachlesen:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Sender\\_Policy\\_Framework](https://de.wikipedia.org/wiki/Sender_Policy_Framework)

<https://www.spfwizard.net/what-is-spf-record.html>

Bei der SPF-Konfiguration hilft auch diese Webseite:

<https://www.spf-record.de>

## Postfix-Installation

Für Ubuntu stehen diverse Mail-Server zur Auswahl. Am populärsten ist das Programm Postfix, das unter Ubuntu Server oft schon aufgrund von Abhängigkeiten installiert ist. Wenn nicht, führen Sie dieses Kommando aus:

```
apt install postfix
```

Selbst wenn `postfix` bereits installiert ist, ist es vermutlich eine gute Idee, dessen Grundkonfiguration mit dem folgenden Kommando nochmals zu wiederholen:

```
dpkg-reconfigure postfix
```

In zwei Textdialogen führen Sie nun die folgenden Einstellungen durch:

- Konfigurationsvariante: INTERNET-SITE
- System-E-Mail-Name: Hier geben Sie Ihren Domainnamen an. Bei der Beispielkonfiguration dieses Kapitels ist das `ubuntu-buch.info` (also nicht der vollständige Hostname `ub.ubuntu-buch.info`).

Diese Einstellungen werden in der Datei `/etc/postfix/main.cf` gespeichert. Beachten Sie, dass dort auch die Datei `/etc/mailname` ausgewertet wird. Stellen Sie sicher, dass diese Datei Ihren Domainnamen enthält (für das Beispiel dieses Kapitels also `ubuntu-buch.info`). Wenn Sie den Hostnamen Ihres Servers nicht nachträglich verändert haben, sollte das der Fall sein.

## Funktionen in der Grundkonfiguration

Der Mail-Server Postfix erfüllt in der Grundkonfiguration die folgenden Funktionen:

- Postfix empfängt via SMTP E-Mails an `name@ubuntu-buch.info`. Sofern es auf dem Server den Login `name` gibt, wird die E-Mail akzeptiert und gespeichert. Das gilt für alle Accounts, die in `/etc/passwd` definiert sind: Sofern Apache installiert ist, ist beispielsweise auch `www-data@ubuntu-buch.info` eine gültige E-Mail-Adresse. Wenn `name` nicht bekannt ist, wird die E-Mail zurückgewiesen (*user unknown*).
- Akzeptierte E-Mails werden im Mbox-Format in der Datei `/var/mail/name` gespeichert. Die Dateien in `/var/mail` sind also die Postfächer (*Mailboxes*) der verschiedenen E-Mail-Benutzer des Rechners. Das Mbox-Format bedeutet vereinfacht gesagt, dass die E-Mails in einer immer größer werdenden Datei aneinandergefügt werden. Da E-Mails in der Regel in einem Textformat codiert sind, können Sie die Mbox-Datei notfalls sogar mit `cat` oder `less` ansehen. Eine Alternative zum Mbox-Format ist das Maildir-Format, in dem es für jedes Postfach ein eigenes Verzeichnis und für jede E-Mail eine eigene Datei gibt.
- Lokale Benutzer können E-Mails versenden, sowohl intern an alle Accounts auf dem Server als auch extern an beliebige andere E-Mail-Adressen.

Als ersten Test senden Sie von einem externen Account, also z. B. von Ihrer privaten E-Mail-Adresse eine E-Mail an `user@ubuntu-buch.info`, wobei `user` ein aktiver Linux-Account auf dem Root-Server sein muss. Die E-Mail sollte nach kurzer Zeit in

`/var/mail/<user>` auftauchen. Wenn Sie sich als `user` anmelden, können Sie die E-Mail mit dem Programm `Mutt` lesen, das Sie zuvor mit `apt install mutt` installieren. Ebenfalls mit `Mutt` testen Sie als Nächstes das Versenden einer E-Mail an Ihre externe E-Mail-Adresse. Sollten bei den beiden Tests Probleme auftreten, ist die wahrscheinlichste Fehlerursache eine falsche bzw. fehlende DNS-Konfiguration.

## Mail-Accounts einrichten

In der Grundkonfiguration übernimmt Postfix die Benutzer-Accounts Ihres Ubuntu-Servers. (Es gibt auch andere Konfigurationsvarianten, auf die ich hier aber nicht eingehe.) Um einen neuen Mail-Account anzulegen, müssen Sie also einen neuen Ubuntu-Benutzer einrichten. Das gelingt am schnellsten mit `adduser`:

```
adduser --gecos 'Michael Kofler' kofler
```

Das Kommando richtet gleichzeitig ein Home-Verzeichnis für den Benutzer ein und fragt, mit welchem Passwort der Benutzer abgesichert werden soll. Wenn der neue Account ausschließlich zum Lesen und Versenden von E-Mails gedacht ist, sollten Sie einen Login via SSH verhindern. Dazu geben Sie wie im folgenden Beispiel für den Account `sebi` die zusätzliche Option `--shell /bin/false` an:

```
adduser --gecos 'Sebastian Kofler' --shell /bin/false sebi
```

## Postfix-Verschlüsselung

Grundsätzlich funktioniert das Programm in der Grundfunktion schon ganz passabel. Auf die Details der Postfix-Konfiguration kann ich hier ohnedies nicht eingehen – diese füllen ganze Bücher. Aber zumindest für ein paar Konfigurationstipps reicht der Platz.

Fast alle Postfix-Konfigurationsdateien befinden sich im Verzeichnis `/etc/postfix`. Am wichtigsten ist die Datei `main.cf` mit allen Grundeinstellungen. Um sicher zu gehen, dass Postfix Ihre Konfigurationsänderungen berücksichtigt, führen Sie anschließend `systemctl reload postfix` durch.

Postfix unterstützt das Protokoll *Transport Layer Security* (TLS). Die Verschlüsselungsfunktionen sind aber nur teilweise aktiv. `main.cf` enthält z. B. den Eintrag

`smtpd_use_tls=yes`. Ganz korrekt wäre hier eigentlich `smtpd_tls_security_level=may`, aber Postfix versteht auch die Ubuntu-Defaulteinstellung und versucht, Mails verschlüsselt zu empfangen, sofern der sendende Server dazu in der Lage ist.

Postfix verwendet dazu ein sogenanntes Snakeoil-Zertifikat, das Sie schon im Abschnitt [HTTPS](#) kennengelernt haben. Die Parameter `smtpd_tls_cert_file` und `smtpd_tls_key_file` in `main.cf` geben die Orte der Zertifikats- und Schlüsseldateien an:

```
# Datei /etc/postfix/main.cf
...
smtpd_tls_cert_file = /etc/ssl/certs/ssl-cert-snakeoil.pem
smtpd_tls_key_file  = /etc/ssl/private/ssl-cert-snakeoil.key
```

Wenn Sie über ein *richtiges* Zertifikat verfügen, verändern Sie die Pfadangaben entsprechend. Gegebenenfalls können Sie mit `smtpd_tls_CAfile` zusätzlich einen Schlüssel der Certification Authority angeben. Die folgenden Einstellungen gelten für ein *Let's-Encrypt*-Zertifikat (siehe den Abschnitt [Let's-Encrypt-Zertifikate installieren](#)).

```
# Datei /etc/postfix/main.cf
...
smtpd_tls_cert_file=
  /etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/fullchain.pem
smtpd_tls_key_file=
  /etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/privkey.pem
```

Damit Postfix Mails nicht nur verschlüsselt empfängt sondern beim Senden auch selbst verschlüsselt, müssen Sie `main.cf` um die beiden folgenden Zeilen ergänzen. Beachten Sie, dass die betreffenden Schlüsselwörter mit `smtp` beginnen, nicht mit `smtpd`.

```
# Datei /etc/postfix/main.cf
...
smtp_tls_security_level = may
smtp_tls_CAfile         = /etc/ssl/certs/ca-certificates.crt
```

Änderungen an der TLS-Konfiguration werden erst mit `systemctl restart postfix` wirksam.

## Postfix-Mailbox-Format

Standardmäßig speichert Postfix eintreffende E-Mails im mbox-Format in der Datei `/var/mail/`. Da ich Ihnen im Folgenden das Protokoll IMAP zum Abrufen Ihrer Mails nahelege, sollten Sie das für diesen Zweck effizientere Maildir-Format vorziehen. Die korrekte Einstellung des Parameters `home_mailbox` sieht nun so aus:

```
# in /etc/postfix/main.cf
...
# Mails im maildir-Format im
# Verzeichnis /home/name/Maildir speichern
home_mailbox = Maildir/
```

Der Verzeichnisname muss mit `/` enden, damit Postfix das Maildir-Format verwendet! Neu eintreffende E-Mails werden nun in eigenen Dateien im Verzeichnis `/home/<username>/Maildir` gespeichert. Vergessen Sie nicht, auch Ihrem lokalen Mail-Client bzw. Dovecot den Ort und das Format Ihres Postfachs mitzuteilen (siehe die folgenden Abschnitte zu Dovecot und Mutt)!

## Port 587 öffnen

Standardmäßig nimmt Postfix Nachrichten nur am Port 25 zur weiteren Bearbeitung entgegen. Dieser Port ist aber nur für die Kommunikation zwischen Mail-Servern gedacht. Die meisten Mail-Clients (Thunderbird, Mail für iOS/Android etc.) können zwar ebenfalls so konfiguriert werden, dass sie Port 25 verwenden, aber eigentlich ist für die Kommunikation mit externen Clients der Port 587 vorgesehen. Zudem ist in vielen Firmennetzwerken Port 25 aus Sicherheitsgründen blockiert.

Postfix enthält in der Datei `master.cf` (nicht wie sonst `main.cf`!) bereits die entsprechenden Anweisungen zur Aktivierung von Port 587. Diese müssen nur auskommentiert werden. Dazu suchen Sie in `master.cf` nach der Zeile, die mit `submission inet` beginnt, und entfernen Sie dann bei dieser Zeile und den darauffolgenden Zeilen, die mit `-o` beginnen und diverse Parameter enthalten, jeweils das Kommentarzeichen `#`. Nur die drei Zeilen, in denen auf `$mua`-Variablen verwiesen wird, belassen Sie unverändert. Die entsprechenden Zeilen sehen dann so aus:

```
# Datei /etc/postfix/master.cf
...
submission inet n      -      y      -      -      smtpd
  -o syslog_name=postfix/submission
  -o smtpd_tls_security_level=encrypt
  -o smtpd_sasl_auth_enable=yes
  -o smtpd_tls_auth_only=yes
  -o smtpd_reject_unlisted_recipient=no
# -o smtpd_client_restrictions=$mua_client_restrictions
# -o smtpd_helo_restrictions=$mua_helo_restrictions
# -o smtpd_sender_restrictions=$mua_sender_restrictions
  -o smtpd_recipient_restrictions=
  -o smtpd_relay_restrictions=permit_sasl_authenticated,reject
  -o milter_macro_daemon_name=ORIGINATING
```

Kurz gefasst bewirken die obigen Einstellungen, dass Postfix am Port 587 Nachrichten entgegennimmt, allerdings nur, wenn sich der Client authentifizieren kann und die Kommunikation verschlüsselt erfolgt. Die Konfigurationsänderungen wird erst mit `systemctl restart postfix` wirksam.

## Mail-Aliase

Ein Mail-Alias ist ein zusätzlicher Mail-Name zum Empfang von E-Mail. Die E-Mail wird dann an den entsprechenden Account weitergeleitet. Aliase werden in der Datei `/etc/aliases` definiert. Diese Datei sieht üblicherweise so ähnlich wie das folgende Muster aus:

```
# Datei /etc/aliases
postmaster:      root
webmaster:       huber
Bernhard.Huber:  huber
...
```

Die erste Spalte gibt den Alias-Namen ohne Domäne an. Der Name gilt für die in `myhostname` definierte Domäne, also beispielsweise `postmaster@ubuntu-buch.info`. Die zweite Spalte enthält den lokalen Empfänger. Im obigen Beispiel werden an `postmaster` adressierte E-Mails an `root` weitergeleitet, E-Mails an `webmaster` und an `Bernhard.Huber` an `huber`. Es ist zulässig, in `/etc/aliases` für jeden Alias mehrere, durch Kommas getrennte Empfänger anzugeben.

Damit geänderte Aliase wirksam werden, müssen Sie das Kommando `newaliases` ausführen! Dieses Kommando synchronisiert die Textdatei `/etc/aliases` mit der BDB-Datei `/etc/aliases.db`.

```
newaliases
```

## Dovecot

In der aktuellen Konfiguration kann Ihr Mail-Server E-Mails versenden und empfangen. Zum Lesen und Verfassen von E-Mails müssen Sie aber das lokale Programm [Mutt](#) verwenden. Es ist also vorerst unmöglich, mit einem typischen E-Mail-Client wie Thunderbird oder mit Ihrem Smartphone E-Mails abzurufen. Was dazu noch fehlt, ist ein IMAP-Server. IMAP steht für *Internet Message Access Protocol* und ist das gebräuchlichste Protokoll zur Kommunikation zwischen Mail-Clients und Mail-Servern. Unter Ubuntu kümmert sich das Programm `dovecot` um dieses Protokoll:

```
apt install dovecot-imapd
```

Damit Dovecot erkennt, dass E-Mails im Maildir-Format in den Home-Verzeichnissen der Benutzer abgelegt werden, verändern Sie in `/etc/dovecot/conf.d/10-mail.conf` die `mail_location`-Einstellung:

```
# Datei /etc/dovecot/conf.d/10-mail.conf
...
mail_location = maildir:~/Maildir
```

Dovecot kommuniziert standardmäßig verschlüsselt und verwendet dazu Snakeoil-Zertifikate, die automatisch eingerichtet werden. Die entsprechende Konfiguration befindet sich in `/etc/dovecot/conf.d/10-ssl.conf` und sieht so aus:

```
# Datei /etc/dovecot/conf.d/10-ssl.conf
...
ssl          = yes
ssl_cert     = </etc/dovecot/private/dovecot.pem
ssl_key      = </etc/dovecot/private/dovecot.key
```

Sofern Sie Let's-Encrypt für Ihren Webserver verwenden, sollten Sie diese Zertifikate auch für Dovecot einsetzen. Dazu laden Sie die Datei `/etc/dovecot/conf.d/10-ssl.conf`

in einen Editor und ändern die Einstellungen für `ssl_cert` und `ssl_key`. Beachten Sie die Dovecot-spezifische Syntax: Dem Dateinamen muss das Zeichen `<` vorangestellt werden!

```
# Datei /etc/dovecot/conf.d/10-ssl.conf
...
ssl_cert = </etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/fullchain.pem
ssl_key  = </etc/letsencrypt/live/www.ubuntu-buch.info/privkey.pem
```

Die Verschlüsselung der IMAP-Kommunikation ist damit auch schon erledigt. Allerdings muss Dovecot auch Postfix bei der SMTP-Authentifizierung unter die Arme greifen. Hierfür sind leider umfangreichere Konfigurationsänderungen erforderlich.

### Wozu SMTP-Authentifizierung?

Möglicherweise ist Ihnen nicht ganz klar, worum es bei der SMTP-Authentifizierung eigentlich geht. SMTP-Server nehmen von lokalen Programmen ohne Weiteres E-Mails zum Versand entgegen. Das gilt auch für Postfix: Wenn Sie `mutt` auf demselben Rechner wie Postfix ausführen, können Sie damit eine E-Mail verfassen und versenden, wobei Postfix sich um den eigentlichen Versand kümmert.

Wenn der Mail-Client aber extern läuft – z. B. das Programm Thunderbird auf Ihrem Ubuntu-Notebook zuhause, oder ein E-Mail-Client auf Ihrem Smartphone –, dann müssen Sie sich beim Mail-Server authentifizieren, bevor Sie eine E-Mail versenden können. Um diese Authentifizierung geht es hier.

Zunächst müssen Sie in `10-master.conf` den im Abschnitt `service auth` bereits vorgesehenen Code zur Authentifizierung über die Socket-Datei `/var/spool/postfix/private/auth` aktivieren und vervollständigen. Die betreffenden Zeilen müssen wie folgt aussehen:

```
# Ergänzungen in /etc/dovecot/conf.d/10-master.conf
...
service auth {
    unix_listener auth-userdb {
        mode = 0600
        user = postfix
        group = postfix
    }
}
```

```
# Postfix smtp-auth
unix_listener /var/spool/postfix/private/auth {
    mode = 0666
}

# Auth process is run as this user.
user = $default_internal_user
}
```

Danach fügen Sie in `10-auth.conf` den Authentifizierungsmechanismus `login` hinzu. Diese Ergänzung ist erforderlich, damit die Authentifizierung kompatibel zu möglichst vielen Mail-Clients ist.

```
# Ergänzungen in /etc/dovecot/conf.d/10-auth.conf
...
auth_mechanisms = plain login
```

Zuletzt müssen Sie am Ende der Postfix-Konfigurationsdatei `/etc/postfix/main.cf` einige Zeilen einfügen. Beachten Sie, dass die Pfadangabe für `smtpd_sasl_path` relativ zum Verzeichnis `/var/spool/postfix` erfolgen muss. Der Grund: Postfix läuft aus Sicherheitsgründen in einer `chroot`-Umgebung und interpretiert *alle* Pfadangaben in `main.cf` relativ zum Postfix-Queue-Verzeichnis.

```
# Ergänzung in /etc/postfix/main.cf
...
smtpd_recipient_restrictions = permit_mynetworks,
                               permit_sasl_authenticated,
                               defer_unauth_destination

smtpd_sasl_auth_enable        = yes
smtpd_sasl_type               = dovecot
smtpd_sasl_path               = private/auth
```

Anschließend fordern Sie beide Dienste dazu auf, ihre Konfigurationsdateien neu einzulesen:

```
systemctl restart dovecot
systemctl reload postfix
```

## Postfix- und Dovecot-Neustart bei Let's-Encrypt-Zertifikatswechsel

Dieser Abschnitt ist nur relevant, wenn Sie die Konfiguration von Postfix und Dovecot dahingehend verändert haben, dass diese Programme Let's-Encrypt-Zertifikate verwenden. Dank des Scripts `/etc/cron.daily/letsencrypt` wird einmal täglich `certbot renew` ausgeführt. Ca. alle zwei Monate (d. h., wenn die Gültigkeit des aktuellen Zertifikats weniger als 30 Tage beträgt), wird es automatisch erneuert. Danach müssen allerdings Dovecot und Postfix neu gestartet werden, damit diese Programme die neuen Zertifikate auch berücksichtigen. Um das zu erreichen, passen Sie das Script `letsencrypt` wie folgt an:

```
#!/bin/bash
# Datei /etc/cron.daily/letsencrypt
certbot renew
result=$(find /etc/letsencrypt/live/ -type l -mtime -1 )
if [ -n "$result" ]; then
    systemctl restart postfix
    systemctl restart dovecot
fi
```

Dieses winzige Script testet, ob sich im Verzeichnis `/etc/letsencrypt/live` am letzten Tag etwas geändert hat. Ist das der Fall, werden Postfix und Dovecot neu gestartet.

## Fehlersuche

Sollten Ihnen bei der Konfiguration Fehler unterlaufen, ist die Fehlersuche erfahrungsgemäß recht schwierig. Die folgenden Tipps helfen Ihnen dabei. Zuerst sollten Sie sicherstellen, dass Postfix und Dovecot überhaupt fehlerfrei gestartet werden. `systemctl status` zeigt den aktuellen Status der Prozesse an, `journalctl -u postfix/dovecot` die Logging-Dateien der Prozesse. Durch die Logging-Ausgaben können Sie mit den Cursor-Tasten scrollen. Wichtig sind vor allem die neuesten Meldungen ganz am Ende des Logs. Dorthin springen Sie mit der Taste `[>]`.

```
systemctl status postfix
systemctl status dovecot
journalctl -u postfix
journalctl -u dovecot
```

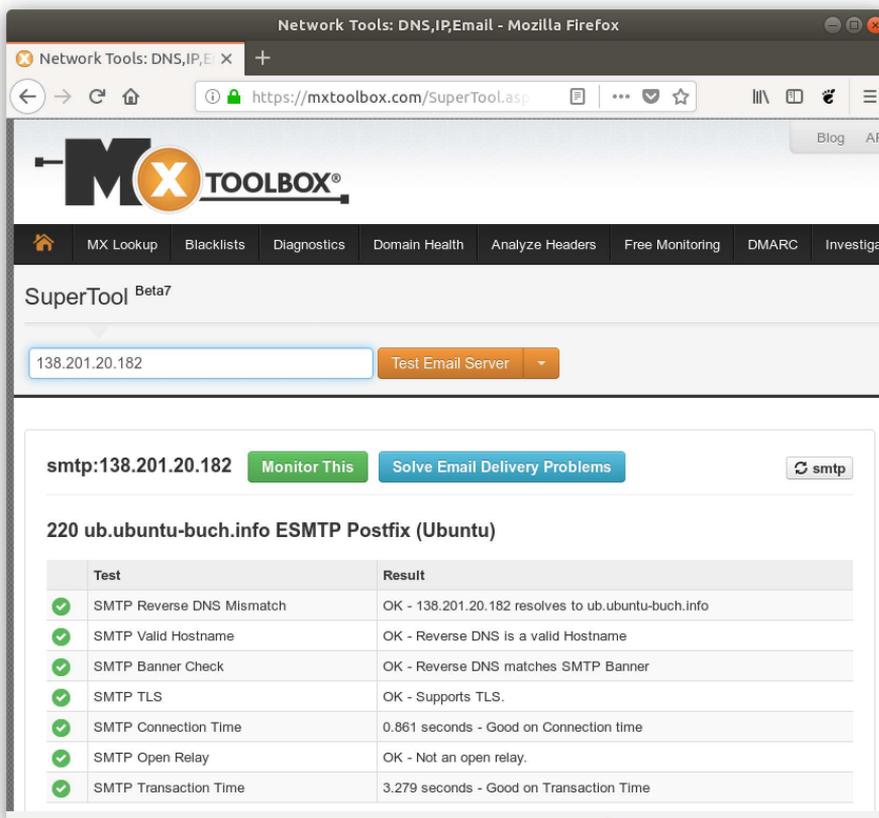
Über die folgenden Webseiten können Sie unkompliziert von außen testen, ob Ihr Mail-Server korrekt eingerichtet ist (siehe Abbildung 8.19). Die Tests betreffen nur postfix, nicht dovecot.

<https://mxtoolbox.com/SuperTool.aspx>

<https://www.checktls.com>

<http://isnotspam.com>

<https://www.mail-tester.com>



**Abbildung 8.19:** Die MXToolBox ist mit der Konfiguration grundsätzlich zufrieden.

## DKIM und DMARC

Die meisten Mail-Testseiten werden Ihnen empfehlen, zusätzlich noch DKIM und DMARC zu konfigurieren. Das sind zwei Verfahren, um das Vertrauen in Ihren Mail-

Server zu verbessern. Insbesondere bei DKIM ist die Konfiguration aber recht aufwendig, während sich der Nutzen in Grenzen hält. Weitere Informationen können Sie hier nachlesen:

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

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

<https://kofler.info/dkim-konfiguration-fuer-postfix>

Das lokale Versenden und Empfangen von E-Mails überprüfen Sie am einfachsten direkt auf dem Server mit `mutt`. Eine kurze Einführung in dieses Programm gibt der Abschnitt **Mutt**. Vergessen Sie nicht auf die Mutt-Konfigurationsdatei, die Sie ändern müssen, wenn Sie Postfix angewiesen haben, Maildir-Postfächer zu verwenden.



**Abbildung 8.20:** E-Mail-Konto in Thunderbird einrichten

Als Nächstes sollten Sie kontrollieren, ob Sie ein E-Mail-Konto Ihres Mail-Servers mit Thunderbird einrichten können. Dazu führen Sie **BEARBEITEN • KONTEN-EINSTELLUNGEN** aus, wählen **KONTEN-AKTIONEN • E-MAIL-KONTO HINZUFÜGEN** und geben eine auf Ihrem Server gültige E-Mail-Adresse und das dazugehörige Passwort an (also das Login-Passwort des betreffenden Linux-Benutzers). Im Idealfall klappt das auf Anhieb.

Andernfalls führt **MANUELL BEARBEITEN** in einen detaillierten Konfigurationsdialog (siehe [Abbildung 8.20](#)), wo Sie verschiedene Einstellungen durch **ERNEUT TESTEN** ausprobieren

können. Bei der STARTSSL-Authentifizierung kommen Klartextpasswörter zum Einsatz (PASSWORD, NORMAL). Das klingt unsicher, ist es aber nicht, weil die Passwortübertragung innerhalb einer bereits verschlüsselten Sitzung erfolgt.

## SpamAssassin

Das bekannteste Open-Source-Programm zur Spam-Bekämpfung ist SpamAssassin. Es versucht anhand diverser Kriterien zu entscheiden, ob eine E-Mail Spam enthält oder nicht. SpamAssassin berücksichtigt dabei auch den *Inhalt* der E-Mail. Das erfordert eine relativ aufwendige Analyse, die auf stark frequentierten E-Mail-Servern eine hohe CPU-Last verursacht. Die Ergebnisse der verschiedenen Spam-Erkennungsregeln werden addiert. Überschreitet die Summe einen Grenzwert, wird die E-Mail als Spam gekennzeichnet.

Standardmäßig verpackt SpamAssassin als Spam erkannte E-Mails neu. Die E-Mail enthält einen Hinweis auf den Spam-Verdacht. Die originale Nachricht wird im Anhang mitgeliefert, sodass der Anwender eine irrtümlich als Spam klassifizierte E-Mail problemlos lesen kann.

Jetzt bleibt noch die Frage offen, wie der Endanwender am besten mit Spamverdächtigen E-Mails verfährt: SpamAssassin fügt in jede E-Mail eine Zeile der Form X-Spam-Flag: YES ein. Außerdem bekommt jede von SpamAssassin kontrollierte E-Mail eine Zeile X-Spam-Level: \*\*\*, wobei die Anzahl der Sterne die Spam-Bewertungssumme wiedergibt: Je mehr Sterne, desto höher ist die Spam-Wahrscheinlichkeit. Standardmäßig betrachtet SpamAssassin E-Mails ab fünf Sternen als Spam. Aufgrund dieser Daten im E-Mail-Header können Sie bei den meisten E-Mail-Clients eine Filterregel aufstellen, die so markierte E-Mails in einen Junk- oder Spam-Ordner verschiebt.

Das folgende Kommando installiert SpamAssassin sowie ein weiteres Paket zur Integration in Postfix:

```
apt install spamassassin spamass-milter
```

Damit SpamAssassin als Hintergrunddienst läuft und seine Regeln automatisch aktualisiert, führen Sie zwei Änderungen in `/etc/default/spamassassin` durch:

```
# Änderungen in /etc/default/spamassassin
...
# den SpamAssassin-Dämon spamd starten
ENABLED=1
...
# regelmäßige Updates der SpamAssassin-Regeln durchführen
CRON=1
```

Die Basiskonfiguration von SpamAssassin erfolgt durch diverse \*.cf-Dateien im Verzeichnis /usr/share/spamassassin. Davon abweichende Einstellungen führen Sie am besten in der Datei /etc/spamassassin/local.cf durch. Die wichtigste Einstellung ist `required_score` (Defaultwert 5.0): Sie gibt an, ab welcher Punktzahl eine E-Mail als Spam klassifiziert wird. Nach diesen Vorbereitungsarbeiten starten Sie SpamAssassin:

```
systemctl start spamassassin
```

Nun müssen Sie Postfix noch dazu bringen, dass es alle eintreffenden E-Mails durch den SpamAssassin-Filter leitet. Dazu fügen Sie die folgende Zeile in `main.cf` ein:

```
# Ergänzung in /etc/postfix/main.cf
...
smtpd_milters = unix:spamass/spamass.sock
```

Beachten Sie, dass der Pfad zur Socket-Datei relativ zum Postfix-Queue-Verzeichnis /var/spool/postfix angegeben werden muss! Anschließend laden Sie die Postfix-Konfiguration neu:

```
systemctl reload postfix
```

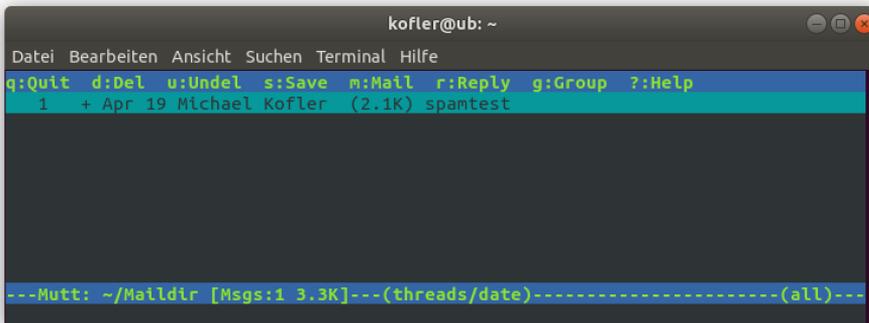
Um SpamAssassin auszuprobieren, senden Sie von einem externen E-Mail-Account eine speziell für SpamAssassin konzipierte Testnachricht an Ihren Server. Diese Nachricht muss die folgende Zeichenkette enthalten (siehe auch diesen [Wikipedia-Artikel](#)):

```
XJS*C4JDBQADN1.NSBN3*2IDNEN*GTUBE-STANDARD-ANTI-UBE-TEST-EMAIL*C.34X
```

Allzugroße Hoffnungen in die Wirksamkeit von SpamAssassin sollten Sie sich nicht machen: Natürlich erkennt SpamAssassin viele Werbemails, andererseits akzeptiert es aber auch viele Spams und markiert dafür korrekte Mails als Junk-verdächtig. Grundsätzlich ist Spam zu einem vermutlich unlösbarem Problem für den E-Mail-Verkehr geworden.

## Mutt

Zum Lesen lokaler E-Mails direkt auf dem Server sowie für erste Tests bietet sich das textbasierte E-Mail-Programm *Mutt* an. Das Programm zeigt auf der Startseite die Titelzeilen aller E-Mails an. Wenn der aktive Benutzer noch keine einzige E-Mail empfangen hat, beklagt sich Mutt darüber, dass es die Datei `/var/mail/benutzer` noch nicht gibt. Diese Warnung können Sie ignorieren. Sie tritt nicht mehr auf, sobald die erste E-Mail eingetroffen ist.



```
kofler@ub: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
q:Quit d:Del u:Undel s:Save m:Mail r:Reply g:Group ?:Help
1 + Apr 19 Michael Kofler (2.1K) spamtest

---Mutt: ~/Maildir [Msgs:1 3.3K]---(threads/date)------(all)---
```

**Abbildung 8.21:** Der E-Mail-Client Mutt in einem Terminalfenster

Mit den Cursortasten bewegen Sie sich durch die Inbox. `↵` zeigt den Text der ausgewählten E-Mail an. Mit `[Leertaste]` blättern Sie durch die Nachricht. `[J]` führt zur nächsten Nachricht, `[I]` zurück in die Inbox. `[?]` zeigt einen Hilfetext mit allen wichtigen Tastenkürzeln an.

Um eine neue E-Mail zu verfassen, drücken Sie `[M]` und geben den Empfänger und die Subject-Zeile an. Anschließend startet Mutt den durch die Umgebungsvariable oder durch den Link `/etc/alternatives/editor` ausgewählten Editor. Dort schreiben Sie den Nachrichtentext, speichern ihn und verlassen den Editor. Anschließend versenden Sie die E-Mail in Mutt durch `[Y]`.

`[Q]` beendet das Programm. Beim Verlassen stellt Mutt zwei Fragen: Sollen mit `[D]` als gelöscht markierte E-Mails endgültig gelöscht werden? Und sollen gelesene Nachrichten nach verschoben werden? Wenn Sie vorhaben, die E-Mails später noch mit einem anderen Programm zu bearbeiten, sollten Sie beide Fragen mit `[N]` beantworten. Beson-

ders die zweite Frage ist kritisch: In der lokalen mbox-Datei findet nur noch Mutt die E-Mails, nicht aber ein externes Programm wie z. B. der IMAP/POP-Server Dovecot.

Mutt funktioniert auf Anhieb, wenn sich Ihre E-Mail in einer mbox-Datei im Verzeichnis `/var/mail/name` befindet. Wenn Sie aber die Empfehlungen dieses Kapitels befolgt haben, befinden sich Ihre E-Mails im Maildir-Format im Verzeichnis `/home/<name>/Maildir`. Damit Mutt die Mails findet, müssen Sie in Ihrem Heimatverzeichnis die Konfigurationsdatei `.muttrc` mit folgendem Inhalt einrichten:

```
# Datei .muttrc
set mbox_type=Maildir
set folder=~/.Maildir
set mask="!^\.\.[^.]"
set mbox=~/.Maildir
set record="+.Sent"
set postponed="+.Drafts"
set spoolfile=~/.Maildir
```

Zum Verfassen von E-Mails verwendet Mutt den Default-Editor. Diesen Editor können Sie mit `update-alternatives` festlegen:

```
sudo update-alternatives --set editor /usr/bin/nano
```

Weitere Maildir-Konfigurationstipps für diverse Spezialfälle finden Sie hier:

<https://gitlab.com/muttmua/mutt/wikis/MuttFaq/Maildir>

<https://eising.wordpress.com/mutt-maildir-mini-howto>

# 9 Ubuntu im Windows Subsystem for Linux

Seit vielen Jahren ist es möglich, Ubuntu ebenso wie andere Linux-Distributionen in virtuellen Maschinen unter Windows auszuführen. Diese Vorgehensweise eignet sich gut, um Ubuntu gefahrlos auszuprobieren; für manche Anwender (z. B. für Webentwickler) ist der Betrieb von Ubuntu in VirtualBox oder in einem anderen Virtualisierungssystem sogar für den Produktivbetrieb ausreichend.

2016 hat Microsoft mit dem *Windows Subsystem for Linux* (WSL) eine vollkommen neue Möglichkeit geschaffen, Linux *ohne* Virtualisierungssystem auszuführen: Dank diverser Bibliotheken können Linux-Binaries nativ ausgeführt werden, also ohne den Overhead eines Virtualisierungssystems und ohne neuerliches Kompilieren. Im Microsoft Store stehen mittlerweile einige Linux-Distributionen kostenlos zur Auswahl, neben Ubuntu unter anderem auch *Debian*, *Kali Linux* und *openSUSE*.

## 9.1 Ubuntu im WSL installieren

Zur Installation von Ubuntu im Windows Subsystem for Linux sind drei Schritte erforderlich:

- Zuerst starten Sie das Programm *Windows Features aktivieren oder deaktivieren* und aktivieren die Option WINDOWS-SUBSYSTEM FÜR LINUX. Die Aktivierung erfordert einen Windows-Neustart.
- Danach starten Sie den Microsoft Store, suchen nach *Ubuntu Linux* und klicken auf den Button HERUNTERLADEN.

- Sie finden nun im Startmenü den Eintrag UBUNTU LINUX. Die eigentliche Installation erfolgt beim ersten Start, weswegen dieser ca. eine Minute lang dauert. Im Rahmen der Installation müssen Sie einen Account für Kali-Linux einrichten. Dazu geben Sie einen Benutzernamen (nicht root!) und zweimal dasselbe Passwort an.

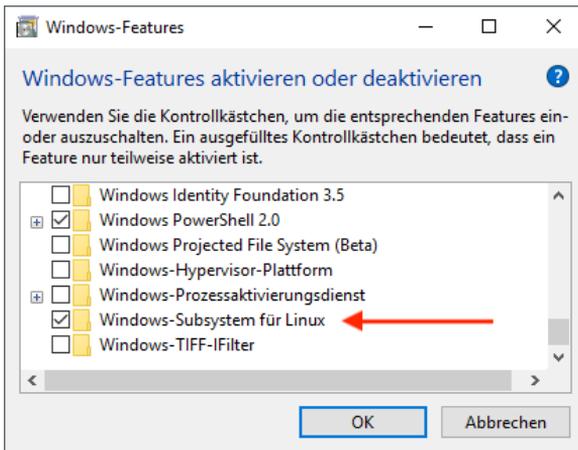


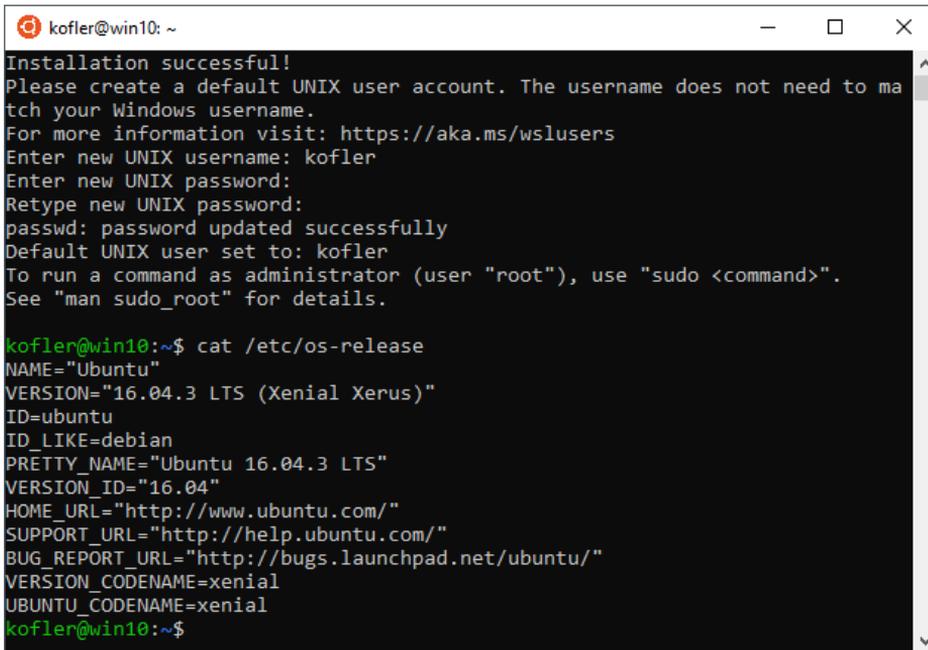
Abbildung 9.1: WSL aktivieren

## 9.2 Ubuntu im WSL anwenden

Beim Start von Ubuntu erscheint ein Terminal-ähnliches Fenster. Nach dem Login können Sie dort arbeiten wie in einem Ubuntu-Terminal bzw. in einer SSH-Session. Dabei stehen die gängigsten Kommandos zur Auswahl. Sollte Ihr Lieblingsprogramm oder -editor nicht automatisch installiert sein, beheben Sie diesen Missstand einfach mit `sudo apt install <name>`. (sudo funktioniert ebenfalls wie beim »richtigen« Ubuntu.) Updates führen Sie so aus:

```
sudo apt update
sudo apt full-upgrade
```

Die Versionsnummer der installierten Ubuntu-Version finden Sie mit `cat /etc/os-release` heraus. Dem Kommando `uname -a` sollten Sie hingegen nicht vertrauen: Es wird behaupten, dass die Kernel-Version 4.4 läuft (Stand April 2018). Tatsächlich verwendet das WSL aber gar keinen Kernel!



```
kofler@win10: ~  
Installation successful!  
Please create a default UNIX user account. The username does not need to match your Windows username.  
For more information visit: https://aka.ms/wslusers  
Enter new UNIX username: kofler  
Enter new UNIX password:  
Retype new UNIX password:  
passwd: password updated successfully  
Default UNIX user set to: kofler  
To run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".  
See "man sudo_root" for details.  
  
kofler@win10:~$ cat /etc/os-release  
NAME="Ubuntu"  
VERSION="16.04.3 LTS (Xenial Xerus)"  
ID=ubuntu  
ID_LIKE=debian  
PRETTY_NAME="Ubuntu 16.04.3 LTS"  
VERSION_ID="16.04"  
HOME_URL="http://www.ubuntu.com/"  
SUPPORT_URL="http://help.ubuntu.com/"  
BUG_REPORT_URL="http://bugs.launchpad.net/ubuntu/"  
VERSION_CODENAME=xenial  
UBUNTU_CODENAME=xenial  
kofler@win10:~$
```

Abbildung 9.2: Ubuntu in einem Shell-Fenster unter Windows

Über das Windows-Startmenü können Sie Ubuntu mehrfach starten. Intern läuft aber nur eine Instanz von Ubuntu. Für jedes Fenster (für jedes »Terminal«) wird einfach ein neuer bash-Prozess gestartet. Davon können Sie sich mit `ps ax` überzeugen.

### Text kopieren und einfügen

Das Ubuntu-Terminalfenster ist offensichtlich von `cmd.exe` abgeleitet. Das unter Linux vertraute Kopieren von Text mit der Maus bzw. dem Trackpad und das anschließende Einfügen mit der mittleren Maus-/Trackpad-Taste funktioniert nicht.

`cmd.exe`-Experten wissen aber, dass es stattdessen eine andere Vorgehensweise gibt: Mit der Maustaste markieren Sie einen Textblock.  kopiert den Text in die Zwischenablage. Mit der rechten Maustaste fügen Sie diesen Text an der aktuellen Cursorposition wieder ein.

## Dateisystem

Das Windows-Dateisystem C: können Sie unter Ubuntu über die Verzeichnisse `/mnt/c/`, nutzen. Das Verzeichnis wird über den WSL-spezifischen `drvfs`-Treiber in den Verzeichnisbaum eingebettet (siehe `mount`).

Alle Dateien des Windows-Dateisystems haben aus WSL-Sicht den Besitzer `root` und die Gruppe `root`. Das eigene Heimatverzeichnis ist mit Schreibrechten ausgestattet, viele andere Dateien zumindestens mit Leserechten. Fremde Benutzerverzeichnisse sowie manche Systemdateien und -verzeichnisse sind auch lesegeschützt:

```
ls -l /mnt/c/Users/
dr-xr-xr-x 0 root root   ... Default
-r-xr-xr-x 1 root root   desktop.ini
drwxrwxrwx 0 root root   kofler
d--x--x--x 0 root root   otheruser
...

ls -l /mnt/c/
ls: cannot access '/mnt/c/hiberfil.sys' ...
ls: cannot access '/mnt/c/pagefile.sys' ..
...
-r-xr-xr-x 1 root root   ... bootmgr
-r-xr-xr-x 1 root root   BOOTNXT
d--x--x--x 0 root root   PerfLogs
drwxrwxrwx 0 root root   ProgramData
dr-xr-xr-x 0 root root   Program Files
dr-xr-xr-x 0 root root   Program Files (x86)
d--x--x--x 0 root root   System Volume Information
dr-xr-xr-x 0 root root   Users
dr-xr-xr-x 0 root root   Windows
...
```

Umgekehrt finden Sie im Windows Explorer das Ubuntu-Dateisystem am folgenden Ort:

```
C:\Users\<<name>\AppData\Local\Packages\
CanonicalGroupLimited.UbuntuonWindows_xxx\LocalState\rootfs
```

Damit Sie das Verzeichnis im Windows Explorer aufspüren können, müssen Sie vorher die Option `GESCHÜTZTE SYSTEMDATEIEN AUSBLENDEN` deaktivieren. Microsoft rät dringend davon ab, Dateien innerhalb dieses Verzeichnisses von Windows aus zu verändern!

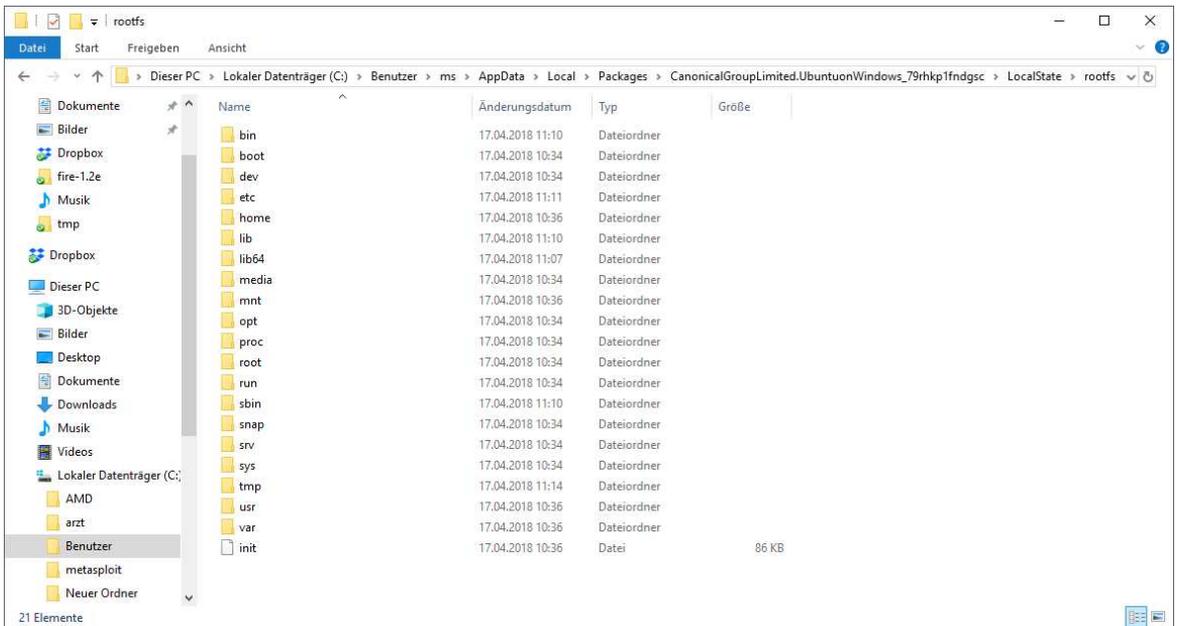


Abbildung 9.3: Das Ubuntu-Dateisystem ist im Windows-Verzeichnisbaum gut versteckt.

## 9.3 Einschränkungen und Interna

Das WSL richtet sich aktuell primär an Entwickler, die Linux-Kommandos, Programmiersprachen oder ganz einfach den Komfort der bash so bequem wie möglich unter Windows nutzen möchten. Ubuntu im WSL ist allerdings einigen Einschränkungen unterworfen:

- Die Abbildungen haben es ja schon verraten: WSL sieht den Betrieb von Linux nur in der Konsole, aber nicht im Grafikmodus vor. Zwar ist es findigen Bastlern gelungen, in Kombination mit einem X Server für Windows (z. B. Xming) auch Programme mit grafischer Benutzeroberfläche bzw. ganze Desktops zum Laufen zu bringen; dabei handelt es sich aber um Hacks, die offiziell nicht unterstützt werden.
- Als ich den Text für dieses Buch fertigstellte, stand im Microsoft Store nur die Ubuntu-Version 16.04 zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass es Ubuntu 18.04 ein paar Wochen nach dem offiziellen Release auch im Microsoft Store zum Download geben wird.

- Im WSL läuft kein Linux-Kernel. Vielmehr emulieren von Microsoft entwickelte Bibliotheken dessen Funktionen. Das gelingt erstaunlich gut, beim Low-Level-Zugriff auf Hardware- oder Netzwerkfunktionen treten aber Kompatibilitätsprobleme auf. Beispielsweise funktioniert das Kommando `nmap`, zur Durchführung von Netzwerk-Scans im WSL nicht. Auch `iptables` zur Steuerung der Firewall kann nicht verwendet werden, weil das WSL keine zu Linux kompatiblen Firewall-Funktionen kennt.
- WSL unterstützt Hintergrunddienste nur mit Einschränkungen. Entsprechend gibt es kein `systemd`, keinen Cron-Dienst, kein Syslog und kein Journal.  
Grundsätzlich können nur Kommandos ausgeführt werden, die mit dem Terminalfenster verbunden sind. Natürlich kann niemand Sie daran hindern, einen Prozess im Hintergrund zu starten. Es muss Ihnen aber klar sein, dass alle Prozesse enden, sobald Sie das letzte Ubuntu-Fenster schließen.

Weitere Details zu den Restriktionen und Interna des WSL können Sie im Internet auf den folgenden Seiten nachlesen:

<https://docs.microsoft.com/de-de/windows/wsl/about>

<https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl>

<https://blog.dustinkirkland.com/2016/08/howdy-windows-six-part-series.html>

<https://virtualizationreview.com/articles/2018/01/30/hands-on-with-wsl-graphical-apps.aspx>

## Deinstallation und Reset

Um Ubuntu im WSL komplett zu deinstallieren, öffnen Sie in den Systemeinstellungen das Modul APPS, suchen nach der Ubuntu-App und entfernen diese. Gegebenenfalls können Sie Ubuntu im Microsoft Store jederzeit neu installieren.

Wenn Sie Ubuntu an sich behalten, die Installation aber zurück in den Startzustand setzen möchten, öffnen Sie `cmd.exe` und führen dort `ubuntu clean` aus. Damit sollte das Ubuntu-Dateisystem gelöscht werden. Ein neuerlicher Start von *Ubuntu* im Startmenü würde Ubuntu dann neu einrichten. Bei meinen Tests hat diese Reset-Variante allerdings nicht funktioniert. Nach einer Fehlermeldung blieb ein nicht mehr startbares Ubuntu zurück. Abhilfe schuf erst das Entfernen der App in der Systemeinstellung und eine Neuinstallation. Dieser Fehler ist hier dokumentiert:

<https://github.com/Microsoft/WSL/issues/2387>

## Über ebooks.kofler

*ebooks.kofler* ist entstanden, um kleinere Textmengen in Form von eBooks zu vermarkten. [ebooks.kofler](https://ebooks.kofler.info) bietet qualitativ hochwertige, kompakte, preisgünstige, lesefreundliche Texte, die von Anfang an als eBooks konzipiert sind.

### Qualitätsanspruch

eBooks von *ebooks.kofler* erfüllen hohe Qualitätsansprüche: inhaltlich, sprachlich und ästhetisch! Alle Texte werden professionell korrekturgelesen.

### DRM-frei

Wenn Sie eBooks von *ebooks.kofler* auf der Webseite <https://kofler.info> erwerben, erhalten Sie PDF- und EPUB-Dateien frei von DRM-Schutz. Damit können Sie Ihr eBook dort lesen, wo Sie es brauchen - auf Ihrem Computer. In optimaler Darstellungsqualität - auch bei Tabellen, Listings, Abbildungen etc.

Sie dürfen die PDF-Datei auf beliebig viele Computer/Geräte kopieren, ausdrucken, Textpassagen (Listings) per Cut&Paste kopieren etc. Es gibt nur eine Einschränkung: Sie dürfen das eBook nicht an andere Personen weitergeben, weder in elektronischer Form noch als Ausdruck.

eBooks von *ebooks.kofler* sind teilweise auch bei anderen eBook-Händlern erhältlich. In diesem Fall kann es je nach Anbieter Format- und Weitergabebeschränkungen geben.