

ctLinux

# ctLinux

Ubuntu  
14.04  
LTS

32- und  
64-Bit-Version

5 Jahre Updates  
vom Hersteller

C, Python, Shell

## Programmier-Praxis

IPv6 in C meistern • GUIs mit Quickly • D-Bus inspiziert

## Netzwerk

DynDNS selbst gebaut

Sicherheit testen

Video-Server aufsetzen

E-Books mit Calibre

Thunderbird mit PGP

Hochauflösende (Touch-)Displays

Online-Videotheken mit Pipelight

Ext4-Undelete-Tools

## Raspberry Pi & Co.

Günstige ARM-Boards für jeden Zweck

Projekte: Brandmelder, Mediacenter, Heim-Server



www.ctspecial.de

# Lassen Sie sich kein **X** für ein **P** vormachen.



ct Umstieg auf Linux

Aktuelle Software - auch auf alter Hardware  
Daten und Programme von Windows mitnehmen  
Müheles durch den Linux-Alltag

» Für Sie inklusive: Linux-Komplettpaket 32- und 64-Bit-Version mit allen Anwendungen für Office, Multimedia und Internet



Bestellen Sie Ihr Exemplar für **5,90 € portofrei bis 1. Juni 2014\***:  
shop.heise.de/linux-umstieg ✉ service@shop.heise.de ☎ 0 21 52 915 229  
Auch als E-Book erhältlich unter: shop.heise.de/linux-umstieg-pdf

\*danach portofreie Lieferung für Zeitschriften-Abonnenten des Heise Zeitschriften Verlags oder ab einem Gesamtwarenkorb von 15 €

 **heise shop**  
shop.heise.de/linux-umstieg



## Liebe Leserin, lieber Leser,

Linux ist viel mehr als bloß ein Desktop- oder Server-Betriebssystem. Wie kein anderes wurde es auf alle nur erdenklichen Prozessorplattformen portiert. Aber egal, ob es auf einem Server im Rechenzentrum läuft, auf dem heimischen Desktop-PC oder auf einem Embedded-Board: Linux bleibt Linux, alles ist am gewohnten Platz – man fühlt sich gleich zu Hause.

Ein gutes Beispiel dafür ist der Mini-Computer Raspberry Pi für lediglich 40 Euro. Seine Stärken sind die hervorragenden Multimedia-Eigenschaften und eine geringe Leistungsaufnahme, sodass er ohne schlechtes Gewissen rund um die Uhr durchlaufen kann. Er eignet sich perfekt als Mediacenter, Print- und Mail-Server, zur Steuerung der Hauselektronik oder als Brandmeldezentrale, die Ihnen bei Feuer den Weg weist. Und für ein paar Euro mehr gibt es leistungsfähigere ARM-Boards, die auch als NAS taugen.

Da auf vielen der Kleinst-Computer ein Debian-Derivat läuft, hilft es, wenn auch auf dem PC ein Debian angelehntes Linux installiert ist. Ubuntu 14.04 LTS von der Heft-DVD ist dafür eine gute Wahl, wie wir finden: Einfach zu installieren, gut vorkonfiguriert, und Hersteller Canonical verspricht fünf Jahre kostenlose Updates. Natürlich erfahren Sie in diesem Heft auch, wie Sie Linux auf Ihrem Desktop einsetzen, Ihre Videos und E-Books verwalten oder Musik machen – und wie Linux mit den hochauflösenden Displays und Touchscreens aktueller Ultra-books zurechtkommt.

Auch mit dem Server-Einsatz beschäftigt sich das Heft. So haben wir verschiedene Server-Distributionen verglichen und beschreiben, wie Sie den kostenpflichtigen DynDNS-Dienst mit wenig Aufwand selbst bereitstellen und mehrere Netzwerkverbindungen bündeln.

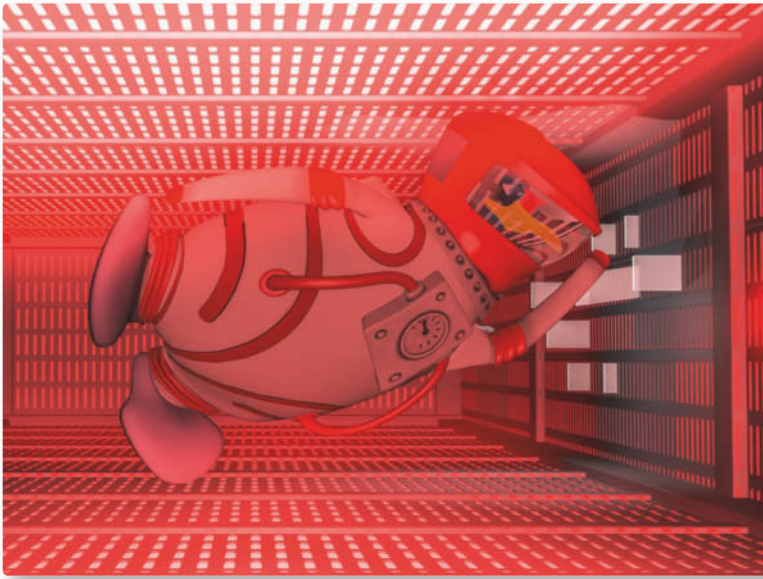
Ebenfalls um das Thema Netzwerk geht es in dem Schwerpunkt Programmieren, zudem um den Umgang mit Signalen und Datenmanipulation auf Bit-Ebene in C. Für Python-Fans gibt es mit Quickly eine Programmierumgebung, mit der Sie grafische Anwendungsprogramme mit wenigen Mausklicks und Code-Zeilen zusammenstellen. Auch dem D-Bus als einer immer wichtiger werdenden System-schnittstelle haben wir einen Artikel gewidmet. Bei all dem haben Sie natürlich die Freiheit, die Beispiele auf Ihrem PC auszuprobieren – oder auf einem der Mini-Computer für wenig Geld.

*Mirko Dölle*

Mirko Dölle

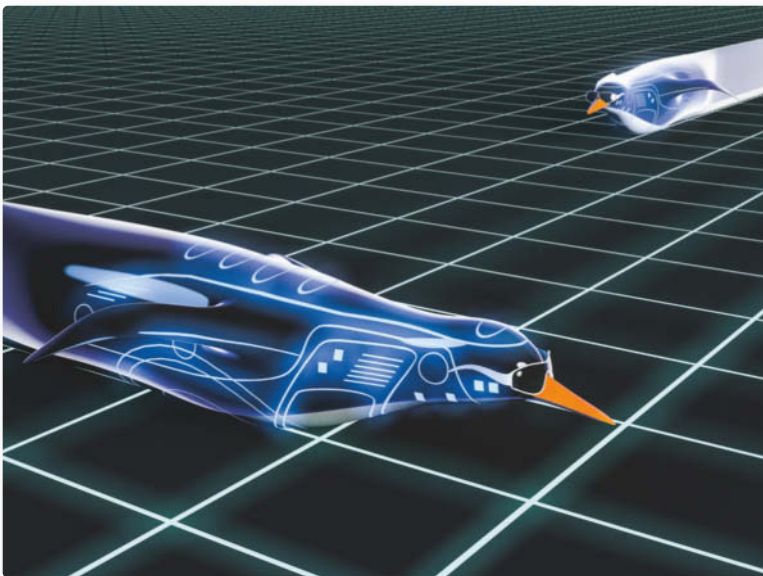
PS: Unter [ct.de/forum/forum-47821/](http://ct.de/forum/forum-47821/) finden Sie Ergänzungen und Berichtigungen zum Heft – und können mit anderen Lesern und der Redaktion über die Artikel diskutieren.

# Inhalt



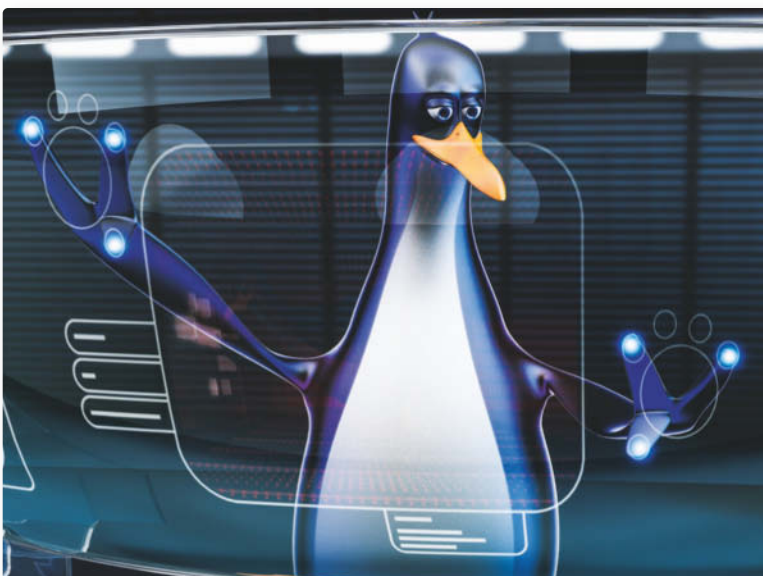
## Root

- 10 Ext4: Gelöschte Dateien wiederherstellen
- 14 Verschlüsseltes Backup mit Obnam
- 16 Partitionen und Netzlaufwerke automatisch einhängen
- 22 Installation auf aktueller Hardware
- 28 Hochauflösende Bildschirme
- 30 4K-Displays: Grafik und Treiber konfigurieren
- 32 Ultrabooks mit hochauflösenden Touch-Displays



## Netzwerk

- 40 Fertig-Distributionen für Server
- 44 Kali Linux: Sicherheit testen, Daten retten
- 48 DynDNS selbst gebaut
- 54 Know-how: Multipath-TCP
- 62 TV-Server Tvheadend
- 66 VDR-Aufnahmen auf dem Handy ansehen



## Anwendungen

- 70 Sichere E-Mail mit PGP
- 74 E-Books verwalten mit Calibre
- 78 Videos katalogisieren
- 84 Hörbücher für den iPod in Form bringen
- 88 Audio/MIDI-Sequencer Bitwig Studio
- 92 Online-Videotheken nutzen mit Pipelight
- 94 Pantheon-Desktop in Ubuntu einrichten

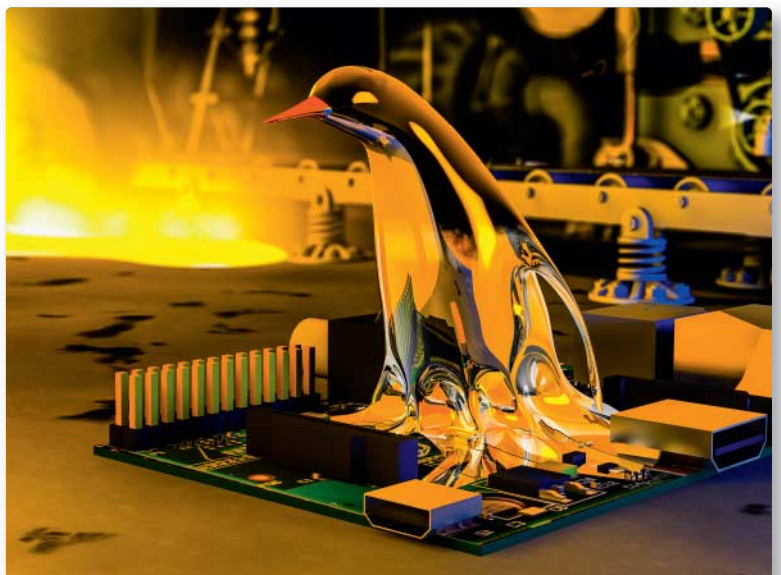
## Programmier-Praxis

- 100 Socket-Programmierung in C
- 103 Signalkunde in C
- 104 Bitgefummel mit C
- 106 Dateiüberwachung mit Fanotify
- 110 GUI-Programmierung mit Quickly
- 114 D-Bus-Programmierung mit Python
- 120 Netzwerkprogrammierung mit der Shell



## Raspberry Pi und Co.

- 128 ARM-Boards für jeden Zweck
- 134 Sparsamer Mailserver
- 138 Universeller Printserver
- 140 OpenELEC: Raspberry Pi als Mediacenter
- 144 Raspberry Pi als Brandmeldezentrale
- 147 Raspberry Pi steuert Funksteckdosen
- 148 Cubietruck als Mini-NAS
- 152 Linux in Android implantieren



## Zum Heft

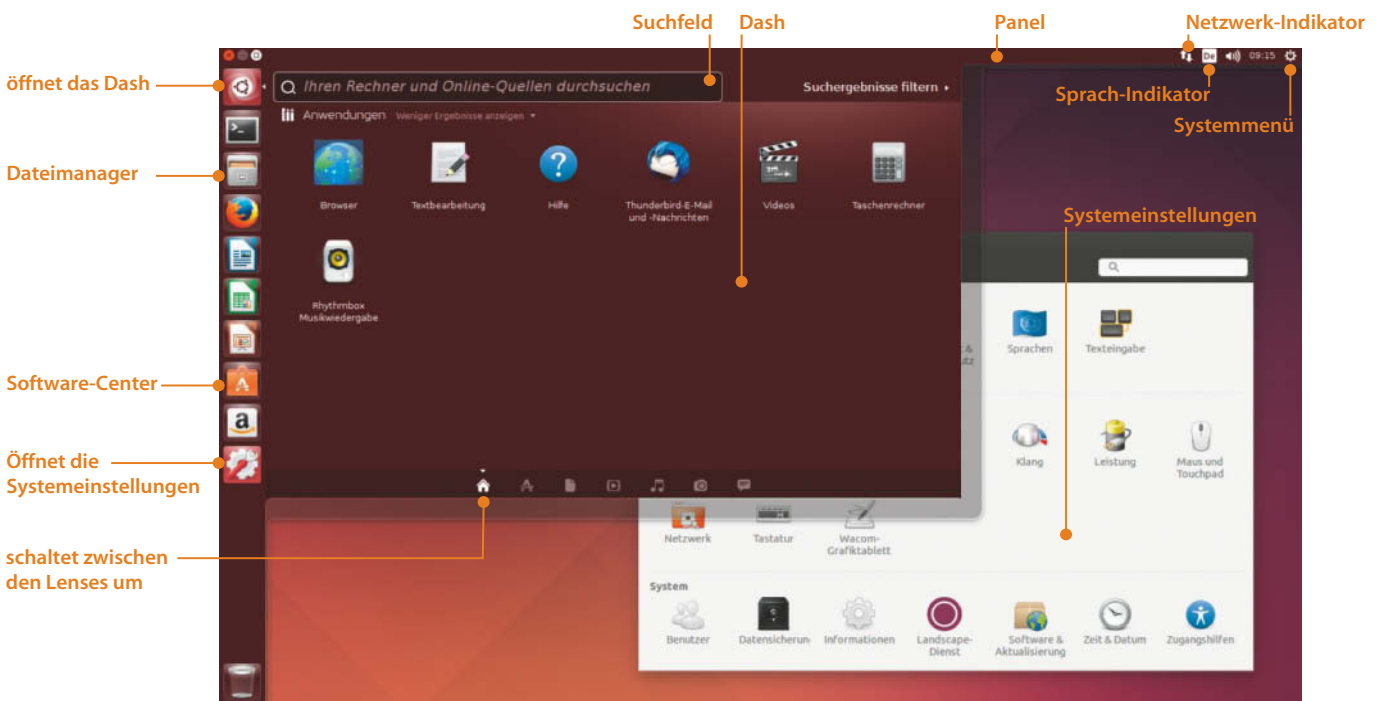
- 3 Editorial
- 6 Auf der Heft-DVD: Ubuntu14.04 LTS
- 154 Impressum
- 154 Inserentenverzeichnis



### Download der DVD

Die Heft-DVD steht als Image zum Download unter

[www.ct.de/cs1402004](http://www.ct.de/cs1402004)



Dr. Oliver Diedrich

# Ubuntu 14.04 LTS installieren und nutzen

**Ubuntu 14.04 LTS ist die jüngste Version der anwenderfreundlichen Linux-Distribution, die einen stabilen Debian-Unterbau mit einem komfortablen Desktop und guter Web-Integration verbindet. Dank fünf Jahren Update-Garantie ist Ubuntu 14.04 LTS auch für Anwender interessant, die nicht im Halbjahrestakt neue Linux-Versionen installieren wollen.**

Alle zwei Jahre veröffentlicht eine Canonical eine LTS-Version von Ubuntu. LTS steht für Long Term Support: Ubuntu 14.04 LTS, das Sie auf der Heft-DVD finden, wird für fünf Jahre mit Updates und Security-Fixes versorgt. Der Schwerpunkt der Entwicklung liegt bei LTS-Versionen weniger auf neuen Features als auf Stabilität und der Arbeit an Details. Sie sind daher ideal für Anwender, die ihren Rechner nutzen wollen, ohne sich um regelmäßige Betriebssystem-Updates kümmern zu müssen.

Die Grundidee von Ubuntu hat sich seit dem ersten Release vor fast zehn Jahren nicht geändert: Debian GNU/Linux liefert einen stabilen technischen Unterbau und eine robuste Softwareverwaltung, Canonical und die Ubuntu-Community sorgen für eine komfortable Installation, eine ordentliche Software-Ausstattung und einen gut vorkonfigurierten Desktop. Ubuntu 14.04 LTS macht da keine Ausnahme.

## Installation

Nachdem Sie Ihren Rechner von der Heft-DVD gestartet und die Sprache auf Deutsch gestellt haben, können Sie im Boot-Menü entweder ein Live-System („Ubuntu ohne Installation starten“) oder direkt den Installer starten. Das

Live-System läuft von DVD und nimmt keine Veränderungen am PC vor; Sie können sich damit einen Eindruck von Ubuntu verschaffen, die Kompatibilität Ihrer Hardware testen und Ubuntu daraus auf der Platte installieren. Das Boot-Menü lässt Ihnen die Wahl zwischen der 64- und der 32-Bit-Version von Ubuntu; Letztere benötigen Sie lediglich auf alter Hardware, auf der die 64-Bit-Version nicht startet.

Ubuntu 14.04 erfordert 512 MByte RAM, besser ist ein GByte oder mehr, 6,4 GByte Plattenplatz (realistischer sind 10 GByte plus Platz für Ihre Daten) und einen x86-Prozessor mit PAE-Unterstützung – jeder PC, der jünger ist als zehn Jahre, sollte das erfüllen.

Live-Betrieb und Installation von der DVD sind vergleichsweise langsam, schneller geht es vom USB-Stick. Dazu schreiben Sie das Ubuntu-ISO-Image in 32 Bit (i386) oder 64 Bit (amd64) aus dem Verzeichnis software der DVD mit dd oder dem Windows-Tool Win32-Diskimager auf einen USB-Stick und booten vom Stick. Hier sollten Sie zunächst das Live-System starten („Ubuntu ausprobieren“). Das Boot-Menü wird angezeigt, wenn Sie eine Taste drücken, sobald unten auf dem Bildschirm ein Tastatursymbol erscheint.

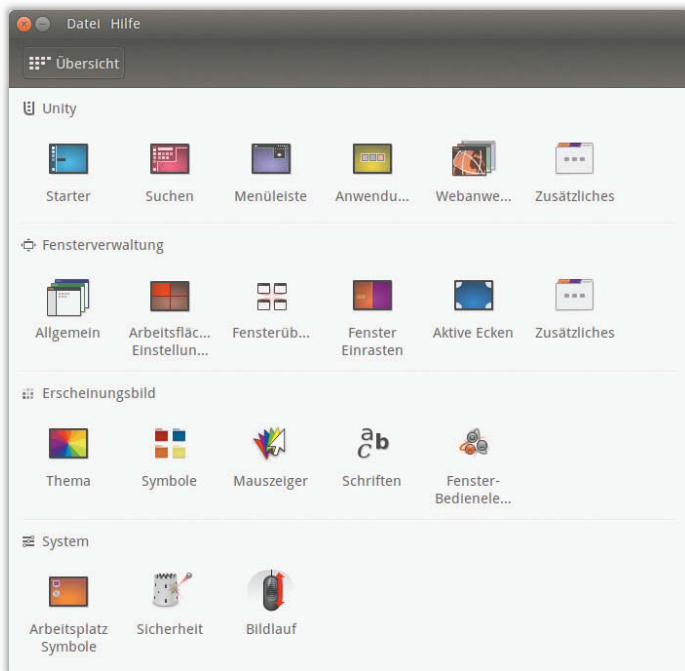
Rufen Sie dort über den Sprach-Indikator rechts oben die „Text Entry Settings“ auf, fügen

Sie eine deutsche Tastaturbelegung hinzu und schalten Sie dann im Sprach-Indikator von „En“ auf „De“ um. Über den Netzwerk-Indikator können Sie eine WLAN-Verbindung herstellen.

Den Installer starten Sie dann aus dem Live-System heraus; die Installation selbst ist mit wenigen Mausklicks erledigt. Sie können dabei die gesamte Platte oder – beim Anlegen des User-Accounts – das Home-Verzeichnis für Ihre eigenen Daten verschlüsseln lassen. Falls bereits Windows auf der Platte installiert ist, bietet der Ubuntu-Installer eine Parallelinstallation an. Findet der Installer eine Ubuntu-13.10-Installation, bietet er ein Update an. In beiden Fällen sollten Sie vor der Ubuntu-Installation alle wichtigen Daten sichern – man weiß ja nie ...

## Web an Bord

Wesentliche Merkmale des Unity-Desktops in Ubuntu 14.04 LTS sind die übergreifende Suchfunktion im Dash, die lokale Anwendungen und Dateien ebenso durchstöbert wie zahlreiche Quellen im Internet, und die gute Einbindung von Web-Anwendungen. So findet man über das Suchfeld zum Suchbegriff passende Produkte auf Amazon und Ebay, Youtube-Videos, Musik von diversen Musikdiensten, Dateien auf Google Drive und Bil-



**Das Unity Tweak Tool macht verborgene Konfigurationsoptionen zugänglich.**

(HUD), eine Eingabezeile am oberen Bildschirmrand, mit der Sie das Menü der Anwendung durchsuchen können – bei Firefox findet man so auch Bookmarks. Mit Alt+Tabulator wechselt man zwischen den laufenden Anwendungen.

Ein nützliches Feature in Unity sind die virtuellen Arbeitsflächen, die Canonical unverständlicherweise deaktiviert hat. Wenn Sie sie in den Systemeinstellungen unter „Darstellung/Verhalten“ anschalten, können Sie mit Strg+Alt+Cursorstasten zwischen vier virtuellen Arbeitsflächen wechseln. Shift+Strg+Alt+Cursorstaste nimmt das aktuelle Fenster auf eine andere Arbeitsfläche mit, Super+S zeigt eine Übersicht der Arbeitsflächen an. Unter „Darstellung/Verhalten“ können Sie auch einstellen, dass das Anwendungsmenü nicht im Panel am oberen Bildschirmrand, sondern in der Titelleiste des Fensters angezeigt wird – eine der Neuerungen in Ubuntu 14.04.

Werfen Sie auch mal einen Blick in das Modul „Sprachen“ der Systemeinstellungen: Hier wird Ihnen wahrscheinlich angeboten, noch einige Sprachpakete nachzuinstallieren. Im Bereich Hardware ist vor allem die Konfiguration der Drucker interessant; wenn Sie einen Netzwerkdrucker hinzufügen wollen, geben Sie dem Konfigurationstool ein, zwei Minuten Zeit, um den Drucker im Netz zu finden. Proprietäre Treiber etwa für den WLAN-Chip oder Ihre AMD- oder Nvidia-Grafikkarte richten Sie unter „Software & Aktualisierung“ auf dem Reiter „Zusätzliche Treiber“ ein.

Auch wenn es auf den ersten Blick nicht so scheint: Der Unity-Desktop bietet eine Menge Konfigurationsoptionen jenseits von Hintergrundbild und Icon-Größe im Starter. Dazu benötigen Sie das Unity Tweak Tool, das über das Ubuntu Software-Center nachinstalliert wird. Hier können Sie beispielsweise die Zahl der virtuellen Arbeitsflächen erhöhen, Tastaturkürzel ändern oder abschalten, dass Fenster am oberen Bildschirmrand einrasten und auf Vollbild umschalten. Noch mehr Optionen bietet der CompizConfig Settings Manager. Aber Vorsicht: Eine fehlerhafte Konfiguration an dieser Stelle kann das Grafiksystem ordentlich aus dem Tritt bringen. (odi) **ct**

der auf Picasa, Linux-Dokumentation, Facebook-Postings, Wikipedia-Artikel, eine Wettervorhersage und und und – die „Smart Scopes“ und ein Dienst bei Canonical sollen für relevante Treffer sorgen.

Über den Schalter „Suchergebnisse filtern“ legen Sie fest, welche Art von Treffern angezeigt werden sollen – Anwendungen, lokale Dateien, Musik, Informationen aus sozialen Netzen etc. – und welche Quellen – von Amazon über Google News bis Wikipedia – berücksichtigt werden sollen. Standardmäßig zeigt das Dash die besten Treffer über alle Kategorien an; über die Icons unten im Dash schalten Sie auf andere Ansichten („Lenses“) um, die nur Anwendungen, lokale Dateien, Videos, Musik, Fotos und Nachrichten aus sozialen Netzen anzeigen.

Sollte Ihnen bei dem Gedanken unwohl sein, dass alle Eingaben im Dash-Suchfeld an Canonical gehen, können Sie die Berücksichtigung der Onlinequellen in den Systemeinstellungen unter „Sicherheit & Datenschutz“ komplett abschalten; dadurch wird die Suche im Dash auch schneller. Wenn Sie Youtube und Flickr weiter durchsuchen wollen, aber von Ebay- und Amazon-Treffern genervt sind, lassen sich die verschiedenen Suchquellen auf der Anwendungen-Lense unter „Dash-Erweiterungen“ einzeln deaktivieren.

Auch wenn das Dash ohne Eingabe eines Suchbegriffs standardmäßig die zuletzt genutzten Programme anzeigt: Um häufig verwendete Anwendungen zu starten, ist das Dash ein bisschen umständlich. Der Starter am linken Bildschirmrand zeigt die aktuell laufenden Programme an; mit einem Rechtsklick auf ihr Icon öffnet man ein Kontextmenü, in dem sich Programme dauerhaft im Starter verankern lassen, um sie zukünftig mit einem Mausklick starten zu können. Um die Icons umzusortieren, ziehen Sie sie einfach mit der Maus aus dem Starter heraus und fügen Sie an der gewünschten Stelle wieder ein.

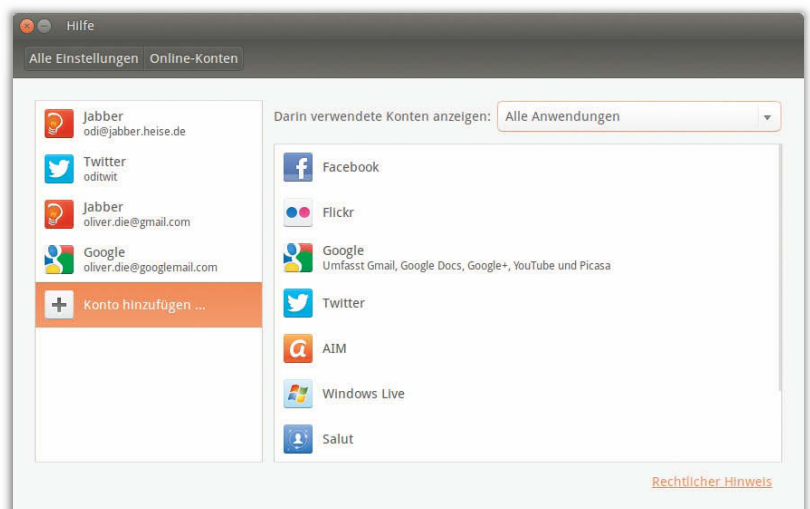
Unter „Online-Konten“ in den Systemeinstellungen können Sie Ubuntu Ihre diversen Online-Konten bekannt machen. Der Instant Messenger Empathy zeigt dann beispielsweise Ihre Google-Kontakte an, die Fotosuche im Dash und die Fotoverwaltung Shotwell greifen auf Facebook, Flickr und Picasa zurück, der Zeit-Indikator im Panel zeigt in seinem Menü die nächsten Termine in Ihrem Google- oder Yahoo-Kalender an.

Diverse populäre Webseiten kann Ubuntu als Web-Apps ins System integrieren, sodass Sie sie wie lokal installierte Anwendungen über ein Icon im Starter aufrufen können. Angezeigt werden sie in Ubuntu 14.04 nicht mehr von Firefox, sondern mit der neuen Webbrowser-App, deren Kern die Chromium-basierte Qt-Komponente Oxide ist.

### Tricks und Tipps

Viele Funktionen von Unity sind über Tastenkombinationen direkt zugänglich. Ein kurzer Druck auf die Super- (Windows-)Taste etwa öffnet das Dash, langes Drücken der Taste zeigt die Tastenkombinationen an. Langes Drücken der Alt-Taste zeigt das Menü der aktuellen Anwendung im Panel oben an; ein kurzer Druck startet das Head Up Display

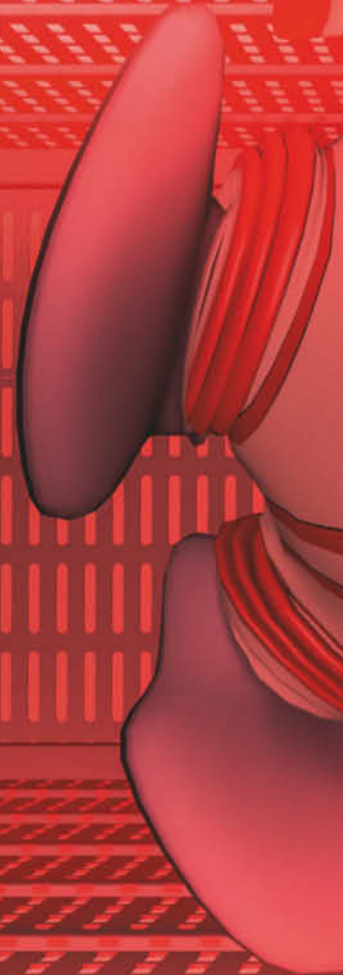
**Ubuntu integriert populäre Online-Dienste in den Desktop.**



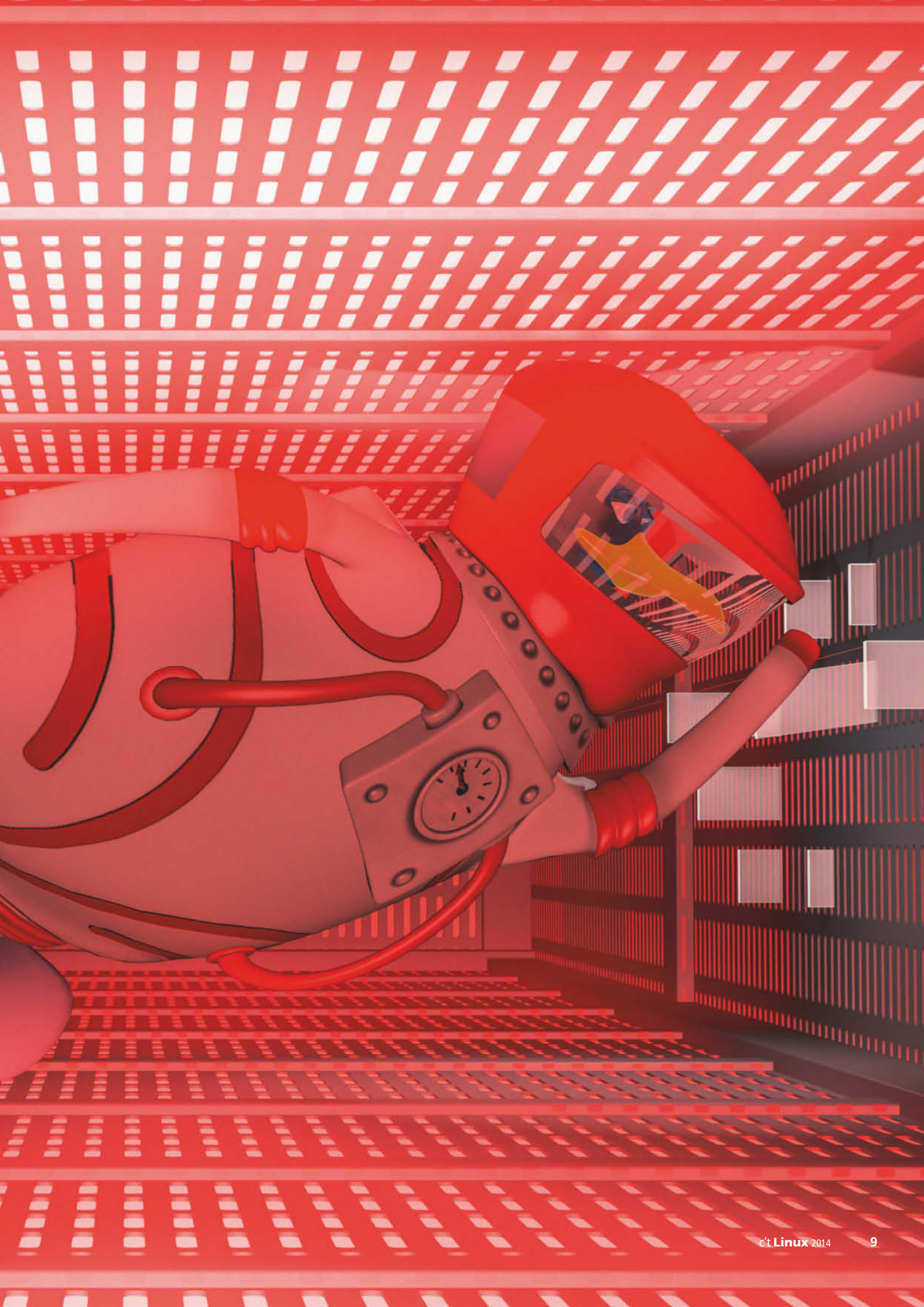
# Root

Neue Hardware, neue Probleme? Besonders ultrahochauflösende Displays stellen derzeit Grafiktreiber, Anwendungen und Desktops vor neue Herausforderungen. Wir haben uns angesehen, was unter Linux geht.

- 10 Ext4: Gelöschte Dateien wiederherstellen
- 14 Verschlüsseltes Backup mit Obnam
- 16 Partitionen und Netzlaufwerke automatisch einhängen
- 22 Installation auf aktueller Hardware
- 28 Hochauflösende Bildschirme
- 30 4K-Displays: Grafik und Treiber konfigurieren
- 32 Ultrabooks mit hochauflösenden Touch-Displays









Dr. Oliver Diedrich

# Ext4: Gelöschte Dateien wiederherstellen

**Selbst nach einem unbedachten `rm-rf` ist bei Ext4 nicht alles verloren: Verschiedene Tools versprechen, gelöschte Dateien wiederherzustellen.**

Jeder Anwender dürfte das innerliche Zusammenzucken kennen, wenn einem bewusst wird, dass man gerade auf „Ja“ statt „Nein“ geklickt hat und dadurch wichtige Daten in den Orkus geschickt hat. Zwar implementieren die meisten Linux-Desktops einen Papierkorb, aus dem man Dateien zurückholen kann, die im Dateimanager gelöscht wurden; gegen ein versehentliches `rm *` auf der Kommandozeile hilft das allerdings nicht.

Zum Glück gibt es Tools, die mit verschiedenen Methoden versuchen, gelöschte Dateien auf dem Linux-Standard-Dateisystem Ext4 wiederherzustellen. Extundelete etwa nutzt das Journal, um ältere Kopien der Metadaten gelöschter Dateien zu finden und damit die Daten zu restaurieren (siehe Textkasten rechts).

Einen ganz anderen Ansatz verfolgt Extcarve: Das Tool durchsucht alle als frei markierten Datenblöcke, ob dort eine Datei anfängt. So kann Extcarve zwar auch Dateien wiederherstellen, von deren Metadaten sich keine Kopien im Journal mehr finden, restauriert aber auch viel Datenmüll wie teilweise

überschriebene Dateien. Ext4magic kombiniert diese beiden Ansätze.

Vom gleichen Autor wie Extcarve stammt Giis-Ext4. Das Programm arbeitet im Hintergrund und erstellt regelmäßig Kopien des aktuellen Zustands aller Ext4-Metadaten. Dateien sollen sich damit auch dann noch exakt restaurieren lassen, wenn sich keine Kopien der Metadaten im Journal finden und Extundelete und Ext4magic scheitern. Sein großer Nachteil: Es muss bereits installiert sein, bevor gelöscht wird. Als erste Hilfe nach einem versehentlichen `rm` fällt Giis-Ext4 damit aus.

Für alle Tools gilt: Der Inhalt einer gelöschten Datei lässt sich nur so lange wiederherstellen, wie keine neuen Daten in die Datenblöcke geschrieben wurden, die die Datei belegt hat. Je schneller man daher nach dem Löschen einer Datei eine Wiederherstellung versucht, desto größer die Chancen, dass ihre Datenblöcke noch nicht mit anderen Daten überschrieben wurden. Wenn möglich, sollte man die Partition, auf der sich die gelöschte Datei befindet, sofort aushängen, damit kein Hintergrundprozess versehentlich die Daten überschreibt. Wenn das nicht möglich ist,

etwa weil die Datei im Root-Dateisystem gelöscht wurde, kann man sicherheitshalber in den Single-User-Mode wechseln.

## Extcarve

Extcarve 1.4 klappert alle aktuell nicht belegten Blöcke des Dateisystems ab und prüft, ob dort eine Datei anfängt. Dazu bedient sich das Programm der „magic file number“-Logik, wie sie auch das Unix-Tool `file` nutzt: Dateitypen werden an typischen Bytefolgen (der „magic number“) am Anfang der Datei erkannt. Leider nutzt Extcarve dafür nicht die `libmagic` von `file`, die über 2000 Dateitypen kennt, sondern enthält nur eine kleine Auswahl an „magic numbers“. Daher berücksichtigt Extcarve lediglich ELF-Binaries und einige Bild- und Archivformate (`gif`, `png`, `jpeg`, `tgz`, `zip`, `bzip2`, `rpm`), außerdem C/C++, PHP- und LaTeX-Quelltexte sowie PDF-, Xfig-, MP3- und ASCII-Text-Dateien.

Hat das Programm in einem Datenblock den Anfang eines bekannten Dateityps erkannt, werden der Datei die folgenden Datenblöcke auf der Platte zugeschlagen, bis Ext-

carve das Ende der Datei erkennt – bei einigen Dateitypen ebenfalls an einer Magic Number, ansonsten an Null-Bytes am Ende eines Datenblocks. Allerdings muss man immer damit rechnen, dass in einer restaurierten Datei Datenblöcke auftauchen, die dort nicht hingehören, sodass die Datei fehlerhaft ist – je größer die Datei, desto höher das Risiko.

Man kann das Tool als Archiv-Datei herunterladen, die neben dem Quelltext auch schon das ausführbare Binary enthält (alle Download-Links finden Sie über den c't-Link unten). Nach dem Auspacken startet der Befehl

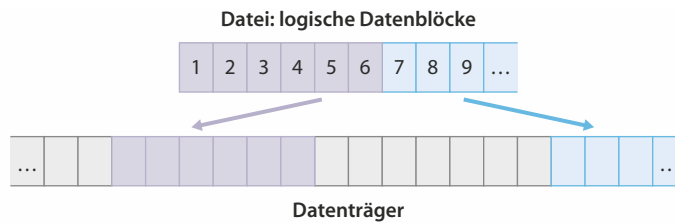
```
./extcarve/bin/extcarve -g
```

den Wiederherstellungsprozess. Das Programm fragt dann den Namen der zu prüfenden Geräte- oder Image-Datei sowie ein Verzeichnis für die wiederhergestellten Dateien ab.

Extcarve funktioniert mit den Dateisystemen Ext2, Ext3 und Ext4. Das Ext2-/Ext3-Erbe bringt eine lästige Eigenschaft mit sich: Standardmäßig restauriert das Programm lediglich die ersten zwölf Datenblöcke, also die ersten 48 KByte gelöschter Dateien. Das ist bei Ext2 und Ext3 auch sinnvoll, da dort die Blöcke 13, 14 und 15 keine Daten, sondern die Nummern von Datenblöcken enthalten, in denen sich die weiteren Daten finden (indirekte Adressierung, siehe Textkasten). Würde man diese Blöcke zu der wiederherzustellenden Datei hinzufügen, wäre sie kaputt.

Ext4 hingegen verwendet Extents statt Blocklisten mit indirekter Adressierung: Dateien werden in möglichst langen Folgen aufeinander folgender Datenblöcke gespeichert. Eine Datei kann so bis zu 128 MByte am Stück belegen. Daher ist es bei Ext4 sinnvoll, die maximale Zahl der Datenblöcke über die Option `-i` auf bis zu 32 768 zu erhöhen. `-i` funktioniert auch bei Ext2 und Ext3, hier sind Dateien über 48 KByte Größe jedoch erwartungsgemäß kaputt. Beim Aufruf mit `-i` fragt das Programm nach der Maximalzahl von anzuhängenden Datenblöcken. Mit `-t` kann man die Suche auf einen der unterstützten Dateitypen beschränken. Anders als es die Hilfestellung suggeriert, muss man den Dateityp mit vorangestelltem Punkt angeben: „.png“, nicht „png“ sucht ausschließlich nach Bilddateien im PNG-Format.

Auf unserer Testpartition – 46 GByte groß, davon 22 GByte belegt, seit eineinhalb Jahren als Root-Dateisystem im Einsatz – fand Extcarve über 160 000 Dateien, davon gut 25 000 Bilddateien, über 75 000 vermeintliche Textdateien und über 25 000 ELF-Binaries, von denen viele allerdings kaputt waren. Zudem sind rund 50 000 der geretteten Dateien mit anderen wiederhergestellten Dateien identisch; allein von den vermeintlich wiederhergestellten png- und jpg-Bildern finden sich rund 10 000 auch noch ungelöscht auf der Platte.



Extents mappen bei Ext4 Bereiche einer Datei auf den Datenträger.

Unter den zahlreichen wiederhergestellten Dateien das eine versehentlich gelöschte Lieblingsfoto wiederzufinden wird so zu einer mühsamen Angelegenheit, zumal die Dateien nichtssagende Namen wie `extcarvesbrpq.elf` und `extcarvenOfgAW.tgz` tragen und man außer der Größe und dem Dateityp keinerlei Hinweise erhält, die beim Auffinden einer konkreten Datei helfen könnten.

### Extundelete

Extundelete ist ein Nachfolger von Ext3grep, der auch mit Ext4 funktioniert. Das Programm findet sich bei vielen Linux-Distributionen in

den Repositories, wenn auch nicht unbedingt in der aktuellen Version 0.2.4 vom Januar 2013 – Ubuntu 14.04 beispielsweise bringt Version 0.2.0 mit. Extundelete restauriert gelöschte Dateien anhand älterer Kopien ihrer Metadaten im Ext3- oder Ext4-Journal. Wenn eine solche Kopie existiert und die Datenblöcke zwischenzeitlich nicht überschrieben wurden, wird die Datei korrekt wiederhergestellt; findet sich keine Kopie der Metadaten, kann Extundelete die Datei nicht restaurieren, auch wenn ihre Daten noch vollständig auf der Platte erhalten sind. Mit dem Befehl

```
extundelete --restore-all --output-dir VERZEICHNIS DEVICE
```

### Ext2, 3, 4

Ext4 ist bereits die vierte Inkarnation des traditionellen Linux-Dateisystems, wobei jede neue Version Änderungen brachte, die das Wiederherstellen gelöschter Dateien betreffen. Undelete-Tools für Ext2 und Ext3 funktionieren daher nicht mit Ext4.

Ext2, 1993 eingeführt, ist ein klassisches Unix-Dateisystem. Es speichert Daten in 4 KByte großen Datenblöcken auf der Platte. Zentrale Verwaltungsstruktur sind die Inodes, die neben Metadaten wie Besitzer und Zugriffsrechte eine Liste der von dieser Datei belegten Datenblöcke speichern. Jeder Dateieintrag in einem Verzeichnis verweist auf eine Inode. Beim Löschen einer Datei invalidiert Ext2 den Dateinamen im Verzeichnis, setzt in der Inode die Löszeit und trägt die benutzten Datenblöcke und die Inode in den Block- und Inode-Tabellen als verfügbar ein. Eine gelöschte Datei lässt sich wiederherstellen, indem man einfach die Blockliste ihrer Inode ausliest – solange Inode oder Datenblöcke nicht mit neuen Daten überschrieben wurden.

Ext3 brachte zwei wichtige Änderungen für das Wiederherstellen gelöschter Dateien: Um das Dateisystem im Falle eines Rechnerabsturzes möglichst konsistent zu halten, entfernt Ext3 beim Löschen einer Datei die Blocklisten in der Inode. Eine Wiederherstellung der Datei anhand der Informationen in der Inode ist damit nicht

mehr möglich. Zudem ist Ext3 ein Journaling Filesystem: Metadaten wie die Inodes werden zunächst in ein Journal geschrieben und dann von dort auf die Festplatte übertragen.

Was ebenfalls dazu gedacht ist, das Dateisystem nach einem Crash schnell wieder in einen konsistenten Zustand zu bringen, lässt sich zum Wiederherstellen gelöschter Daten nutzen. Das Journal arbeitet wie das Dateisystem mit 4-KByte-Blöcken. Da Inodes 256 Byte groß sind, enthält ein 4K-Block 16 Inodes. Wenn eine Inode geändert wird, beispielsweise weil die zugehörige Datei gelesen (setzt die Access Time) oder neu geschrieben wurde, landet auch eine Kopie der benachbarten 15 Inodes im Journal. Die Chance, nach dem Löschen einer Datei ältere Inode-Kopien im Journal zu finden und darüber die Datenblöcke zu finden, ist daher gar nicht schlecht.

Auch Ext4, die aktuelle Version des Ext-Dateisystems, hat ein solches Journal. Die wesentliche Änderung gegenüber Ext3 ist die Einführung von Extents anstelle von Blocklisten mit indirekter Adressierung. Dadurch werden größere Bereiche von Dateien am Stück gespeichert, was die Wiederherstellung der Daten erleichtert. Allerdings ändert sich die Interpretation der Blocklisten in der Inode, sodass Undelete-Tools für Ext3 mit Ext4 nicht funktionieren.

## Root | Ext4: Gelöschte Dateien wiederherstellen

versucht Extundelete, alle gelöschten Dateien auf dem genannten Datenträger (oder einer Image-Datei) wiederherzustellen. Über die Optionen `--before` und `--after` lässt sich die Suche auf Dateien einschränken, die in einem bestimmten Zeitbereich gelöscht wurden. Die Zeitangabe erfolgt in Sekunden seit dem 1. 1. 1970, dem Start der (Unix-)Epoche; der Befehl

```
date -d "2014-04-01 12:00" +%s
```

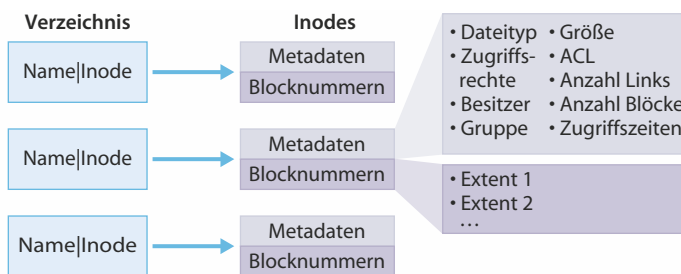
rechnet ein Datum in Sekunden seit der Epoche um.

Auf unserer Testpartition konnte Extundelete 0.2.4 gut 180 Dateien wiederherstellen, davon immerhin 170 mit ihrem alten Namen. Bei 40 davon handelte es sich allerdings um Duplikate anderer restaurierter Dateien; ansonsten fanden sich überwiegend Überbleibsel von Debian-Paketen, die irgendwann mal installiert oder aktualisiert worden waren. In einem zweiten Test – Wiederherstellen aller vor mehr als fünf Tagen gelöschten Dateien auf der Home-Partition eines intensiv genutzten Arbeitsplatzrechners – fand Extundelete keine wiederherstellbaren Dateien.

Da Extundelete auch Verzeichnisse auf Einträge gelöschter Dateien durchsucht, lässt sich eine gerade eben gelöschte Datei mit der Option `--restore-file` einfach über ihren Namen wiederherstellen, sofern sich eine Kopie der Metadaten im Journal befindet. Wichtig: Die Pfadangabe muss sich auf die Partition beziehen, auf der die Datei gespeichert war, und darf den Mountpoint der Partition nicht enthalten. Haben Sie also `/home` auf eine eigene Partition ausgelagert, stellt man die Datei `/home/foo/bar` über

```
extundelete --restore-file foo/bar /dev/sda2
```

wieder her. In unseren Versuchen klappte das bei Dateien, die vor nicht allzu langer Zeit angelegt oder verändert worden waren, recht gut; bei älteren Dateien fanden sich häufig keine Kopien der Metadaten im Jour-



**Inodes verknüpfen in Ext4 Daten mit Verzeichniseinträgen und speichern alle Metadaten zu einer Datei.**

nal, sodass die Wiederherstellung fehlschlug.

### Ext4magic

Der Automatikmodus von Ext4magic kombiniert die Ansätze von Extundelete und Extcarve: Mit dem Befehl

```
ext4magic -m DEVICE -d VERZEICHNIS
```

versucht Ext4magic zunächst, möglichst viele Dateien anhand alter Verzeichnis- und Inode-Informationen im Journal zu restaurieren. Anschließend durchsucht das Programm Datenblöcke, die als wieder verfügbar markiert wurden, mithilfe der libmagic nach Dateianfängen. Zur Wiederherstellung sämtlicher Dateien eines kompletten Dateisystems nach mit einem beherzten `rm -rf` empfehlen die Entwickler die Automatik-Option `-M`, mit der Ext4magic mit etwas anderen Voreinstellungen arbeitet.

Im Automatikmodus berücksichtigt Ext4magic beim Durchsuchen des Journals lediglich Dateien, die in den letzten 24 Stunden gelöscht wurden. Will man ältere Dateien anhand der Informationen im Journal wiederherstellen, muss man die Optionen `-r` („recover“) und `-a` („after“) kombinieren:

```
ext4magic -r -a 1396303200 DEVICE
```

restauriert Dateien anhand der Metainformationen im Journal, die seit dem 1. 4. 2014, 0:00 Uhr gelöscht wurden. Mit der Option `-H` aufgerufen, liefert Ext4magic eine Häufig-

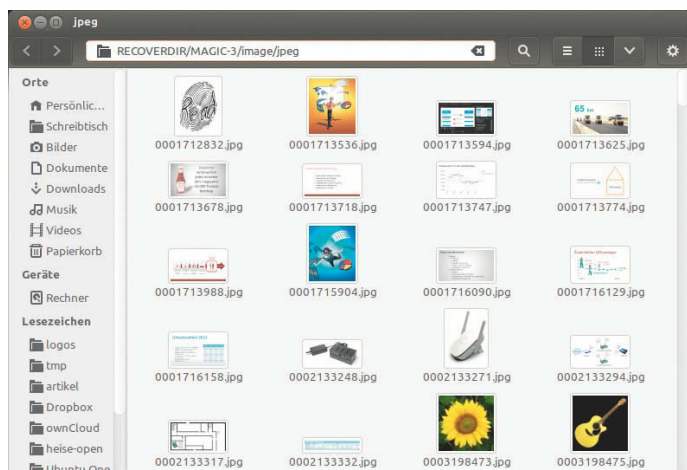
keitsverteilung der Löschooperationen nach dem Zeitpunkt des Löschens.

Auf der Root-Partition stellte Ext4magic gut 212 000 Dateien und knapp 25 000 Verzeichnisse wieder her, nahezu alle mit ihrem früheren Namen und Pfad. Allerdings waren fast alle Dateien entweder symbolische Links oder hatten eine Größe von null Byte – letztlich wurden nur 93 Dateien mit Inhalt gerettet. Dabei handelte es sich wie bei Extundelete überwiegend um Relikte der Paketverwaltung. Im Automatikmodus mit der Option `-m` stellte Ext4magic 124 000 Dateien anhand ihrer „magic number“ aus den freien Datenblöcken wieder her. Ext4magic sortiert diese Dateien anhand ihres Dateityps in Unterverzeichnisse wie `MAGIC-3/image/jpeg` ein. Auf unserer Home-Partition war Ext4magic erfolgreicher als Extundelete und restaurierte (neben rund 2000 symbolischen Links und 0-Byte-Dateien) 47 Dateien.

Die Recover-Option `-r` lässt sich mit `-f` auf einzelne Dateien oder Verzeichnisse beschränken; damit ist es häufig möglich, eine gerade eben gelöschte Datei über ihren Namen sofort wiederherzustellen. Wie bei Extundelete erfolgt die Pfadangabe relativ zum Mount-Point. Ext4magic kennt zahlreiche weitere Optionen zur Diagnose und zum Feintuning des Wiederherstellungsprozesses. Ihr sinnvoller Einsatz erfordert allerdings eine nähere Beschäftigung mit den Internen von Ext4 und der Arbeitsweise des Programms.

### Fazit

Ext4magic verfolgt den umfassendsten Ansatz zur Wiederherstellung gelöschter Dateien, allerdings nerven die zahlreichen wertlosen symbolischen Links und 0-Byte-Dateien. Um ein versehentlich gelöscht File schnell zu restaurieren, taugt Ext4magic ebenso wie Extundelete: Bei all unseren Versuchen ließen sich frisch gelöschte Dateien entweder mit beiden Programmen oder gar nicht wiederherstellen. Wer ganz sichergehen will, kein eventuell noch brauchbares Datenbröckchen zu übersehen, sollte zu Extcarve oder dem Automatikmodus von Ext4magic greifen, muss dann aber mühsam die Perlen aus einem großen Haufen Datenmüll herausfischen. (odi)



**Ext4magic sortiert wiederhergestellte Dateien ohne Namen anhand ihres Dateityps.**

[www.ct.de/cs1402010](http://www.ct.de/cs1402010)



# GNADENLOS DURCHLEUCHTET

RADIKAL DIGITAL: DAS PAPIERLOSE c't-ABO

**NEU:**  
JETZT AUCH FÜR  
ANDROID-  
SMARTPHONES\*



**AUSSUCHEN:** IHRE WUNSCHPRÄMIE –  
Z.B. AMAZON.DE-GUTSCHEIN 10 €  
**LESEN:** 6 x c't FÜR 2,75 € PRO AUSGABE

**HIER TESTEN: CT.DE/DIGITAL**

\* Zusätzlich verfügbar auf allen  
Android-Tablets, iPad und iPhone.



Christoph Jopp

# Verschlüsseltes Backup

Das Backup-Werkzeug Obnam sichert Ihre Daten auf der lokalen Festplatte, einem externen Datenträger oder auch auf einem entfernten Server. Dabei kann das Kommandozeilentool die Daten mit GnuPG verschlüsseln und Duplikate vermeiden.

Das kleine Kommandozeilentool von Lars Wirzenius glänzt mit vielen praktischen Funktionen für das Sichern von Dateien. Die auf Wunsch mit GnuPG verschlüsselten Sicherungen landen wahlweise auf der lokalen Platte, einem USB-Datenträger oder auch einem entfernten Server. Die gesicherten Dateien schreibt das Python-Tool in ein B-Tree-Dateisystem, ähnlich Btrfs. Dabei arbeitet es platzsparend, indem es die Datenmenge dedupliziert und Dateisegmente (chunks) über Datei- und Benutzer Grenzen hinweg wiederverwendet. Die angelegten Snapshots heißen hier Generationen und lassen sich unabhängig voneinander löschen und wiederherstellen.

## Woher nehmen?

Obnam lässt sich je nach Distribution aus unterschiedlichen Paketquellen installieren. Für Ubuntu gibt es das PPA von Chris Cormack (chris-bigballofwax/obnam-ppa). In Debian Wheezy fügt man die Paketquelle samt Signaturschlüssel mit root-Rechten wie folgt in einem Terminal hinzu:

```
add-apt-repository "deb http://code.liw.fi/
                                debian wheezy main"
wget -q -O - http://code.liw.fi/apt.asc | apt-key add -
apt-get update
```

Der mit root-Rechten eingegebene Befehl `apt-get install obnam` installiert danach die aktuelle Version 1.7.2 von Obnam. Eine Konfiguration ist nicht notwendig, da das Programm alle Einstellungen als Parameter entgegennimmt. Das ist zwar beim Schreiben eines Bash-Skripts praktisch, beim manuellen Programmaufruf aber mühselig. Am besten legt man daher im Home-Verzeichnis des Benutzers die Konfigurationsdatei `.obnam.conf` an und trägt dort die gewünschten Parameter ein. Wir gehen hier nur auf ausgewählte Optionen ein, weitere erläutert die Obnam-Manpage. Als Minimal-Konfiguration für das Backup auf einem SFTP-Server genügt es, dessen Zielort, den zu sichernden Ordner und ein Plätzchen für die Log-Datei zu definieren:

```
[config]
repository = sftp://jopp@example.com/backup/
root = /home/jopp/Dokumente
log = /home/jopp/logs/obnam.log
```

Diese Konfiguration sichert den Dokumenten-Ordner des Benutzers jopp. Als SFTP-Server eignet sich jeder Rechner im eigenen LAN oder im Internet, auf dem ein SSH-Server läuft. Verwendet dieser nicht den Standard-Port 22 für SSH, fügt man in der Konfiguration zwischen Serveradresse und Pfad einen Doppelpunkt und dahinter die Portnummer ein. Soll das Backup auf eine externen USB-Festplatte erfolgen, hinterlegt man den Pfad zum Mountpunkt, beispielsweise `/media/extHDD/backup/`.

## Backup

Wer das Backup nicht verschlüsseln will, kann die Sicherung direkt mit dem Befehl `obnam backup` starten. Nach der Eingabe des SSH-Passworts stellt Obnam eine sichere Verbindung zum Server her, richtet das Backup-Repository ein und überträgt die gewünschten Dateien. Das kann beim ersten Mal sehr lange dauern, später werden nur noch die Veränderungen übertragen. Bei jedem Aufruf legt Obnam automatisch eine neue Generation an, die stets ein vollständiger Snapshot des gesicherten Dateisystems ist und nicht wie bei inkrementellen Backups von vorangegangenen Sicherungen abhängt.

Der Pfad in der Konfigurationsdatei hinter „root =“ gibt das Verzeichnis an, das Obnam inklusive aller Unterverzeichnisse sichert. Sollen mehrere Verzeichnisse ins Backup aufgenommen werden, ergänzt man den root-Parameter durch weitere Pfade, getrennt durch Kommata. Die Option „exclude“

schließt Verzeichnisse oder Dateien vom Backup aus, wobei Obnam die Angaben als reguläre Ausdrücke (Perl RegExp) auswertet. Die Zeile `exclude = /home/jopp/.gnupg, *.mp3$` nimmt beispielsweise das GnuPG-Konfigurationsverzeichnis sowie alle MP3-Dateien grundsätzlich von der Sicherung aus.

## Automatisches Backup

Um das Backup mit Obnam zu automatisieren, legt man einen Cronjob an. Dazu öffnet man mit `crontab -e` den Editor und fügt dort folgende Zeile ein:

```
5 8-22 * * * obnam backup > /dev/null
```

Die Zeile sorgt dafür, dass Obnam in der Zeit zwischen 8 und 22 Uhr fünf Minuten nach jeder vollen Stunde ein Backup anlegt. Durch die Umleitung der Ausgabe nach „/dev/null“ verhindert man, dass cron nach jedem erfolgreichen Backup eine Mail sendet. Man sollte dann aber in jedem Fall gelegentlich kontrollieren, ob die Sicherungen intakt sind.

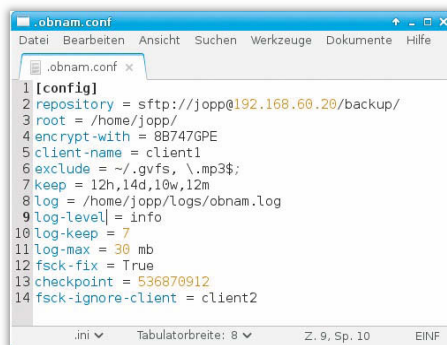
Liegt die Sicherung auf einem SFTP-Server, fordert Obnam beim Backup allerdings die Eingabe eines Passworts an. Auf einem Desktop-Rechner mit Debian Wheezy läuft, wie auf vielen anderen Linux-Distributionen, ein SSH-Agent, der die Anmeldung am Server über einen SSH-Key ermöglicht. Dazu erzeugt man zunächst mit dem Konsolenbefehl `ssh-keygen -t rsa` einen RSA-basierten Schlüssel. Soll das Backup später automatisch mit cron erfolgen, empfiehlt es sich, den SSH-Key ohne Passwort anzulegen. Auf den sollte man dann allerdings gut aufpassen, damit kein Fremder in den Server einbrechen kann. Den öffentlichen Teil des Schlüssels kopiert man mit

```
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub user@example.com
```

auf den Backup-Server.

## Loswerden

Bei regelmäßigen Sicherungen sammeln sich im Laufe der Zeit große Datenmengen an. Der Befehl `obnam generations` listet alle Snapshots samt Datum, Anzahl der Dateien und Größe auf und kennzeichnet sie mit einer Generationsnummer am Zeilenanfang. Einzelne Snapshots wird man wieder los, indem



Hinterlegt man die Parameter für Obnam in einer Konfigurationsdatei, vereinfacht das den Programmaufruf.

man dem Löschbefehl die Generationsnummer mit auf den Weg gibt, zum Beispiel:

```
obnam forget 5
```

Um Backups nicht einzeln löschen zu müssen, hält Obnam ein Regelwerk, die sogenannte Policy bereit. Trägt man in die Konfigurationsdatei `keep = 12h,14d,10w,12m` ein, bleiben bei der Eingabe des Befehls `obnam forget` je ein stündliches Backup der letzten zwölf Stunden, eins für jeden der letzten 14 Tage, eins für jede der letzten zehn Wochen und eins für jeden der letzten zwölf Monate erhalten. Alle anderen werden gelöscht. Auch dieser Vorgang lässt sich mit einem Crontab-Eintrag automatisieren. Die Zeile

```
0 12 * * 1 obnam forget > /dev/null
```

löscht jeden Montag um 12 Uhr alle nicht benötigten Backup-Generationen.

## Wiederherstellen

Im Ernstfall stellen Sie den zuletzt gesicherten Snapshot mit

```
obnam restore --to=/home/jopp/restore
```

im Verzeichnis „restore“ wieder her. Um nur eine Datei oder einen Ordner wiederherzustellen, müssen Sie dessen vollen Pfad angeben, beispielsweise

```
obnam restore /home/jopp/Bilder/Urlaub2010_34.jpg --to=.
```

Die Angabe „.“ sorgt dafür, dass die Datei an ihrem ursprünglichen Ort rekonstruiert wird. Dabei sollte man Vorsicht walten lassen, denn alle dort vorhandenen gleichnamigen Dateien werden ohne Rückfrage überschrieben. Will man statt der zuletzt gesicherten Version die Dateien oder Verzeichnisse einer bestimmten Generation wiederherstellen, gibt man zusätzlich die Generationsnummer an:

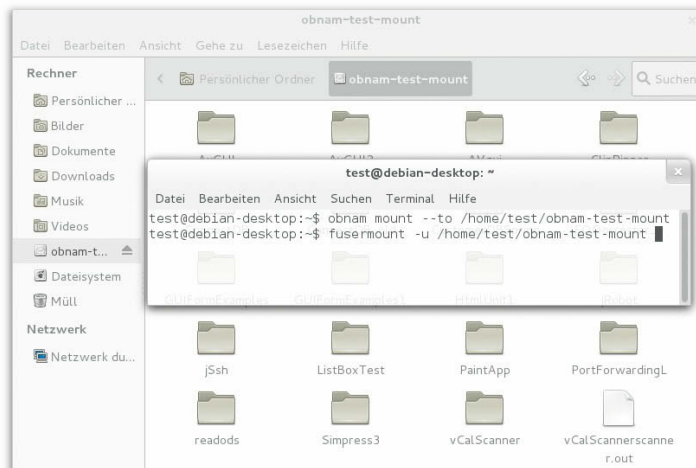
```
obnam restore --generation=14 --to=.
```

In Zweifelsfällen zeigt `obnam diff 5 14` die Unterschiede zwischen zwei Snapshots an.

## Fuse

Obnam bietet zwar mit dem Kommando `obnam ls --generation=20` einen Befehl, der ähnlich wie das Bash-Tool „ls“ die Inhalte der Backup-Generationen auflistet. Bei großen Backups ist diese Ausgabeform aber unübersichtlich. Einfacher navigiert es sich mit dem bereits mitinstallierten Fuse-Plug-in im Dateimanager. Debian Wheezy benötigt dazu etwas Vorarbeit: Hier muss das Paket `python-fuse` installiert und anschließend der aktuelle Benutzer der Gruppe „fuse“ hinzugefügt werden – etwa mit `usermod -aG fuse jopp`.

Nach dem Ab- und wieder Anmelden des Benutzers steht dem Einbinden des Backups als Fuse-Dateisystem nichts mehr im Weg.



Dank Fuse-Plug-in kann man einen Snapshot mounten und sich dann im Dateimanager durch das Backup klicken.

Am besten legt man einen neuen Ordner `obnam-mount` im Home-Verzeichnis an und hängt den letzten Snapshot mit

```
obnam mount --to /home/jopp/obnam-mount
```

in das Verzeichnis ein. Jetzt lässt er sich mit einem Dateimanager wie Nautilus durchsuchen. Mit dem Parameter `--generation=20` kann man auch einen anderen Snapshot verwenden, hier beispielsweise den mit der Nummer 20. Der Zugriff auf die Dateien ist nur Lesend erlaubt.

## Schützen

Mehrere Rechner können gemeinsam ein Backup-Repository nutzen, wobei stets dieselbe Obnam-Version installiert sein sollte. Kennt man das SSH-Passwort, kann man sich von einem anderen PC aus mit `obnam backup` als neuer Benutzer des Backup-Speichers anmelden. In die Konfigurationsdatei trägt man als „repository“-Parameter dieselbe Pfadangabe ein wie auf dem ersten Rechner. Die Daten verschiedener Benutzer kommen sich im Backup-Repository nicht ins Gehege, selbst wenn sie teilweise gleichnamige Verzeichnisbäume verwenden. Zur Identifizierung verwendet Obnam standardmäßig den Hostnamen des Client-Systems. Alternativ ergänzt man die Konfigurationsdatei um die Option `client-name = client1`. Welche Clients den Backup-Speicher bereits benutzen, verrät der Befehl `obnam clients`.

Wesentlich sicherer wird das Backup auf einem SFTP-Server durch Verschlüsselung der Daten mit GnuPG. Obnam verschlüsselt die Daten mit einem symmetrischen Schlüssel, der ebenfalls auf dem Server gesichert wird – allerdings verschlüsselt mit einem asymmetrischen GnuPG-Key. Dafür kann man entweder vorhandene GnuPG-Keys verwenden oder mit `gpg --gen-key` ein neues Schlüsselpaar erzeugen. Die Konfigurationsdatei von Obnam muss dann beispielsweise um die Option `encrypt-with = 1BE2D97F` ergänzt werden. Die Key ID liefert der Befehl `gpg --list-keys`, in der Zeile, die mit „pub“ beginnt, nach

dem Schrägstrich (/). Da Obnam keine Eingabemöglichkeit für Passwörter bereitstellt, muss man in der Konfigurationsdatei von GnuPG (`~/.gnupg/gpg.conf`) die Zeile „use-agent“ auskommentieren. Da das Verschlüsseln der Daten eine Passwortabfrage nach sich zieht, lässt sich das verschlüsselte Backup nicht automatisch mit cron erledigen, sondern muss manuell angestoßen werden.

Da Obnam verschlüsselte und unverschlüsselte Dateien nicht gemeinsam verwalten kann, muss ein verschlüsseltes Repository neu in einem leeren Backup-Verzeichnis eingerichtet werden. Da der erste Client zunächst die alleinigen Zugriffsrechte hat, können auch nur von dort aus weitere Clients hinzugefügt werden. Soll beispielsweise die Benutzerin lmd von einem zweiten Client aus auf dasselbe verschlüsselte Repository zugreifen, trägt man dort wie oben die Key ID ihres GnuPG-Schlüssels in die Obnam-Konfigurationsdatei ein. Mit dem Befehl

```
gpg -a --output client2.asc lmd
```

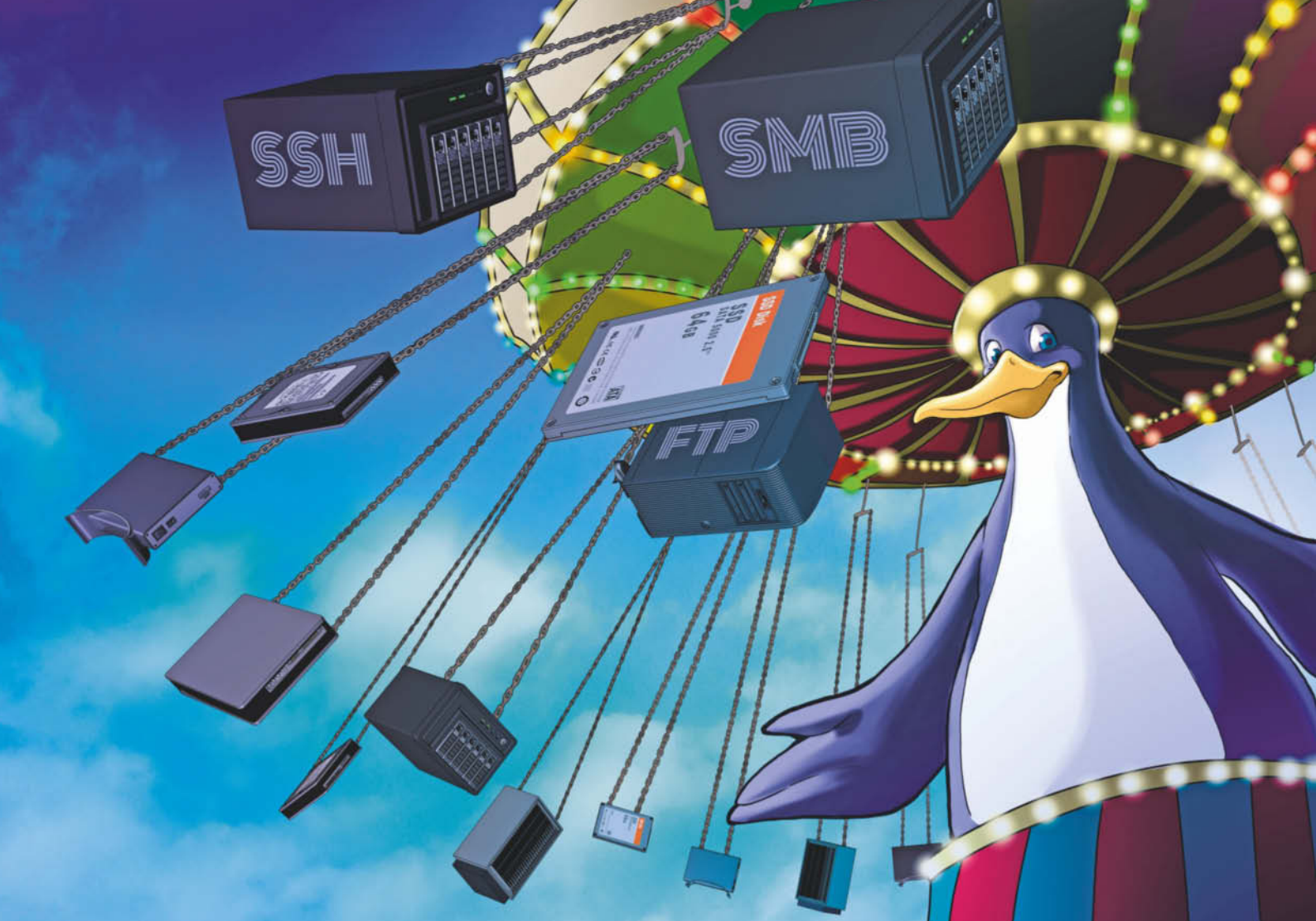
exportiert man den GnuPG-Key der Benutzerin lmd und verfrachtet anschließend die Datei `client2.asc` auf den ersten Client.

Hier fügt man mit `gpg --import /Pfad/client2.asc` den Key dem lokalen Schlüsselring hinzu und legt die neue Obnam-Benutzerin mit

```
obnam add-key --keyid=1BE2D97F --client-name=client2
```

an. Die Key ID ist dabei durch die ID des gewünschten Schlüssels und „client2“ durch den Hostnamen oder den selbst festgelegten Namen des zweiten Clients zu ersetzen. Aufgrund eines Bugs kann es vorkommen, dass das erste Login fehlschlägt. Dann muss man den Schlüssel mit dem gleichen Befehl noch einmal hinzufügen.

Der Befehl `obnam remove-key` löscht den Schlüssel eines Clients, von dem aus der Befehl ausgeführt wird. Soll ein Client das Obnam-Repository nicht länger nutzen, entfernt man ihn vom betreffenden Rechner aus mit dem Befehl `obnam remove-client`. (lmd)



Thorsten Leemhuis

## Partitionen und Netzlaufwerke automatisch einhängen

Ein paar Klicks – mehr ist oft nicht nötig, damit Linux viel genutzte Datenträger oder Netzwerkressourcen direkt beim Start einbindet. Manchmal muss man aber doch die `/etc/fstab` in den Editor holen; gerade beim Einbinden von Netzwerkfreigaben gibt es da einige Fallstricke.

Freigaben von Windows- oder Samba-Servern einzubinden ist mit den Dateimanagern moderner Linux-Distributionen kinderleicht; dasselbe gilt auch für das Mounten von Partitionen eines parallel installierten Windows. Es sind aber oft mehr als ein paar Klicks erforderlich, um Laufwerke oder Netzwerkressourcen direkt beim Start einhängen zu lassen. Erfahrene Linux-Anwender regeln das über Einträge in der Datei `/etc/fstab`, wie es der hintere Teil dieses Artikels erläutert. In einigen Fällen geht es aber auch ohne Kommandozeile und Editor.

Das automatische Einbinden von Datenträgern lässt sich recht einfach mit dem Gnome Disk Utility konfigurieren, das Linux-Distributionen aus dem letzten Jahr vielfach beiliegt. Die grafische Anwendung wird für den Gnome-Desktop entwickelt, kommt aber auch bei Cinnamon oder Unity zum Einsatz. Daher findet es sich nicht nur bei Gnome-Distributionen, sondern gehört auch zum Standard-Repertoire von Ubuntu 14.04 LTS oder der Cinnamon-Edition von Linux Mint 16.

Suchen Sie in den Anwendungsmenüs der Desktops nach „Laufwerke“ oder „Disks“,

um das Programm zu starten. In der linken Spalte listet es alle Datenträger des Systems. Klicken Sie auf den Gewünschten, damit das Programm dessen Partitionierung anzeigt. Wählen Sie die Partition aus, die beim Start eingehängt werden soll. Klicken Sie auf die beiden kleinen Zahnräder, um dann „Einhängeoptionen bearbeiten“ auszuwählen. Dadurch erscheint ein Dialog, in dem Sie den Schalter beim Eintrag „Optionen zum automatischen Einhängen“ aktivieren müssen. Im mittleren Bereich des Dialogs lassen sich anschließend Einstellungen vornehmen. Dort