

linuxUSER

Handliche freie Software-Tools für Selbstständige und kleine Büros

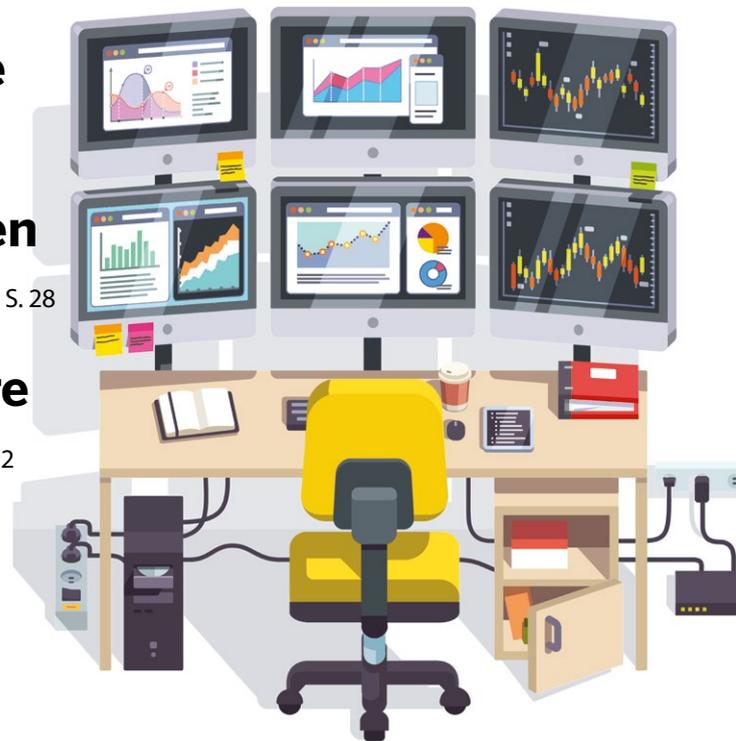
BÜRO IM GRIFF

**Zeiterfassung: Elektronische
Stechuhren im Praxistest** S. 18

**E-Rechnung: Rechnungsdaten
in einen QR-Code verpacken** S. 28

**Homebox: Intuitiv bedienbare
Inventarisierungssoftware** S. 32

**Fernzugriff: Linux-Rechner
via Windows-PC steuern** S. 36



Perfekte LaTeX-Dokumente per Mausclick S. 44

**TeXstudio vs. Setzer: Zwei integrierte Schreibumgebungen für das
komfortable Editieren von LaTeX-Dokumenten im Direktvergleich**

Orange Pi RV2 S. 76

**Preisgünstiger RasPi-Rivale für
den Einstieg in die RISC-V-Welt**

Compositor Labwc S. 82

**Pfiffiges Openbox-Pendant für
schlanke Wayland-Umgebungen**

Handyvideos in Spielfilmqualität S. 60
Verwackelte, verrauschte und niedrig auf-
lösende Aufnahmen per KI aufpolieren

Webcam-Streaming mit dem RasPi S. 70
Workshop: Kameras ansteuern und die
Streams via MediaMTX ins Web stellen

Nein? Doch! Oh ...



Carina Schipper
Stellv. Chefredakteurin

Seit 2018 fördert die EU-Kommission durch das Programm Next Generation Internet (NGI) die Entwicklung freier, quelloffener Systeme. Vom vergleichsweise leicht zugänglichen Fördertopf profitieren beispielsweise Mastodon, Peertube und Jitsi. Das NGI-Programm steht aber schon etwas länger auf der Kippe [🔗](#). Zwar wiegelt die Kommission ab, mit dessen Ende laufe keineswegs die Open-Source-Förderung der EU aus, aber abgesehen davon fallen die Informationen aus Brüssel eher spärlich aus.

Immerhin, der neue Name für das Förderprogramm steht bereits fest: Open Internet Stack. In einem offiziellen Papier [🔗](#) argumentiert die EU-Kommission, die Namensänderung sei ein essenzieller Schritt in Richtung digitaler Autonomie. Bislang hätte das NGI-Programm vorwiegend Experimente und Kreativität unterstützt. Jetzt sei es an der Zeit, die Innovationen zum Nutzen für die breite europäische Öffentlichkeit zu skalieren. Als Vorbild sieht man dabei Frameworks wie India Stack und GovStack.

Die EU-Kommission malt eine rosige Zukunft: „Stellen Sie sich vor, dass europäische Länder, Unternehmen und Bürger mühelos vertrauenswürdige digitale

Werkzeuge einsetzen, die nicht nur mit proprietären Angeboten übereinstimmen, sondern sie übertreffen, die die Einhaltung von Vorschriften erleichtern und souveräne EU-Lösungen garantieren.“ Weniger Klarheit herrscht, was Punkte wie Finanzierung oder Höhe der Fördermittel betrifft. In einem von Netzpolitik.org veröffentlichten internen Dokument [🔗](#) finden sich dazu vier Szenarien.

Sie beziehen sich auf den Zeitraum von 2028 bis 2034, den kommenden mehrjährigen Finanzrahmen der EU. Die Spanne reicht von 0 bis 70 Millionen Euro jährlich – Letzteres wäre doppelt so viel Volumen wie bisher. Erwartungsgemäß wirft die nicht gerade klar wirkende Planung der EU allorts Fragen auf. Doch wenigstens zum Thema Beschaffung gibt es bereits konkrete Ideen. Sie gestaltet sich mangels passender Prozesse in Behörden häufig schwierig. Mithilfe besser auf Open Source zugeschnittener Verfahrensregeln und Personalfortbildungen ließe sich dem Problem begegnen.

Zudem übernimmt die EU-Kommission momentan eine Vorbildfunktion: Mitte Juni 2025 berichtete Euractiv [🔗](#) über aktive Verhandlungen des Gremiums mit dem französischen Open-Source-Cloud-anbieter OVHcloud. Wenn sie erfolgreich ausgehen, verabschiedet man sich intern von Microsoft Azure. Es gibt weitere Positivbeispiele aus EU-Ländern, die Hoffnungen auf ein digital souveränes Europa durch Linux und Open Source nähren.

Die Metropole Lyon [🔗](#) beispielsweise steigt momentan auf Linux, OnlyOffice, Nextcloud und PostgreSQL um.

Auch die Dänen [🔗](#) geben in Sachen Open Source Gas: Bis zum kommenden Herbst soll ihr Digitalministerium unter Linux mit LibreOffice laufen. Danach beabsichtigt Dänemark, die Mission für weitere Behörden fortzusetzen. Sicher gibt das Land auch wegen der US-Politik – Trump, Grönland, Sie erinnern sich – die Sporen bei der digitalen Unabhängigkeit, aber das ist nur einer von zahlreichen Gründen. Bemerkenswert daran finde ich, wie flott und konsequent man dabei handelt. Manchmal hilft eben nur das sprichwörtliche „einfach machen“.

Herzliche Grüße,

Carina Schipper



Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qr/52014



10 Das ehemalige Pebble-Team meldet sich mit zwei neuen Smartwatches zurück. Als Grundlage dient Googles Betriebssystem **PebbleOS**.



18 Das Spektrum der Zeiterfassungsprogramme unter Linux reicht von der Stoppuhr bis hin zum kompletten Zeitmanagementsystem. Darüber hinaus tauchen immer mehr cloudbasierte Zeiterfassungssysteme auf.



32 Die intuitiv bedienbare Inventarisierungssoftware **Homebox** erfüllt selbst gehobene Ansprüche und eignet sich für SoHo und kleine Betriebe.

Heft-DVD

AnduinOS 6

Der bei Microsoft angestellte Softwareingenieur Anduin Xue entwickelt eine eigene Linux-Distribution und will damit Umsteiger von Windows zu Linux locken.

Report

PebbleOS 10

Fast ein Jahrzehnt nach dem Ende von Pebble erlebt die Smartwatch-Marke ein Comeback: Google hat die PebbleOS-Software offiziell als Open Source freigegeben.

Report

EU-Verordnungen Mobilgeräte 14

Im Juni trat eine wegweisende EU-Verordnung in Kraft, die die Smartphone- und Tablet-Industrie grundlegend verändern wird. Wir erläutern die Hintergründe.

Schwerpunkt

Zeiterfassung 18

Zeiterfassungsprogramme sind aus dem modernen Berufsalltag nicht wegzudenken. Wir haben uns umgesehen, welche Werkzeuge zur Zeiterfassung unter Linux auf dem Desktop verfügbar sind.

Schwerpunkt

ZUGFeRD/XRechnung (Teil 3) 28

Mit wenigen Zeilen LaTeX-Code ergänzen Sie eine selbst erstellte Rechnung um einen QR-Code mit den Rechnungsdaten zur automatisierten Überweisung.

Homebox 32

Homebox eignet sich für die Verwaltung von IT-Equipment, Werkzeugen, Haushaltsgegenständen oder von Lagerbeständen kleiner Unternehmen und Werkstätten.

Fernzugriff Windows-Linux 36

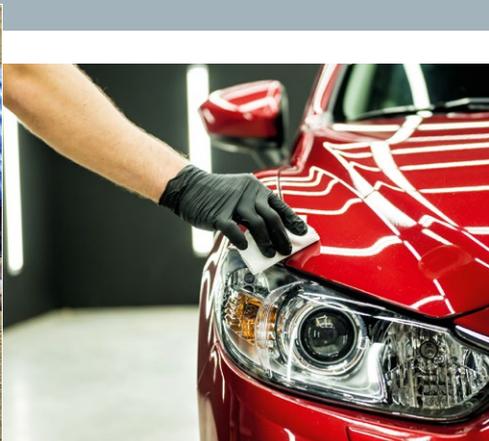
Um von Windows aus über das Netz auf Linux zuzugreifen, steht Ihnen eine ganze Reihe von Möglichkeiten zur Verfügung.

6 Ausgerechnet ein Microsoft-Ingenieur versucht, mit **AnduinOS** den Linux-Einstieg mit einem optisch an Windows 11 angelehnten, intuitiv bedienbaren Ubuntu-Derivat zu erleichtern.





52 Bei **Karakeep** handelt es sich um einen selbst gehosteten Read-it-later-Dienst mit einem beeindruckenden Funktionsumfang.



60 Die aktuellen **OpenSuse-Tipps** stellen Softwarelösungen vor, mit denen Sie die Qualität von Handyvideos, ohne Stativ erstellten Digicam-Aufnahmen oder Videos aus dem Web ohne großen Aufwand verbessern.



70 Das Streamen von Webcam-Videos birgt gewisse Tücken. Wir zeigen, wie Sie die Aufnahmen trotzdem sauber via Webserver ausliefern.

Praxis

LaTeX-Editoren 44

Puristen verwenden für die Arbeit mit LaTeX-Dokumenten Vi(m). Dabei stehen gute Werkzeuge bereit, die dem Anwender umfangreiche Unterstützung bieten.

Karakeep 52

Mozilla stellt seinen Read-it-later-Dienst Pocket ein. Kein Problem: Die selbst zu hostende Alternative Karakeep glänzt mit einem unübertroffenem Funktionsumfang.

easyLINUX

OpenSuse-Tipps 60

Niemand erwartet Spielfilmqualität von Handyvideos. Verwackelte, verrauschte oder mit zu geringer Auflösung erstellte Aufnahmen lassen sich aber soweit aufpeppen, dass man sie am Bildschirm mit Genuss betrachten kann.

82 Der ressourcenschonende Compositor **Labwc** legt den Fokus auf Funktionalität und Einfachheit. Unser Workshop führt Sie durch die Konfiguration, zeigt den praktischen Einsatz im Alltag und ordnet Labwc in die Landschaft schlanker Wayland-Umgebungen ein.

easyLINUX

Gimp-Tipps 66

Schwarz-Weiß-Bilder haben einen besonderen Charme, da sie die Aufmerksamkeit des Betrachters aufs Wesentliche fokussieren. Wir zeigen, welche Möglichkeiten Gimp in diesem Umfeld bietet.

Raspberry Pi

Webcam-Streaming 70

Den Stream einer Webcam via RasPi ins Internet stellen? Eine der leichtesten Übungen, könnte man meinen. Weit gefehlt, denn die Hürden sind tückisch.

Raspberry Pi

Orange Pi RV2..... 76

Mit dem Einplatinencomputer Orange Pi RV2 machen wir einen Ausflug in die Welt der RISC-V-Architektur und testen, ob er eine ernsthafte RasPi-Konkurrenz ist.

Netz&System

Labwc..... 82

Der moderne Wayland-Compositor Labwc lehnt sich eng an den klassischen X11-Window-Manager Openbox an. Wir zeigen, wie Sie Labwc konfigurieren und welche Funktionen er bietet.

Service

Editorial..... 3

Inhalt 4

IT-Profimarkt 92

Impressum 94

Events/Autoren/Inserenten 95

README 96

Vorschau 97

Heft-DVD-Inhalt..... 98





© Roman Samborskiy / 123RF.com

AnduinOS: Microsoft-Ingenieur entwickelt eigene Linux-Distribution

Spaß am Umstieg

Der bei Microsoft angestellte Softwareingenieur Anduin Xue entwickelt seine eigene Linux-Distribution AnduinOS und will damit Umsteiger von Windows zu Linux locken. Erik Bärwaldt

README

Viele wenden sich von Windows 11 ab, weil die Geschäftspraktiken von Microsoft immer intransparenter werden. Welche Daten vom PC Richtung Redmond abfließen und wofür sie verwendet werden, weiß Microsoft allein. Ein Microsoft-Ingenieur versucht jetzt, den Einstieg in Linux mit einem optisch an Windows 11 angelehnten, intuitiv bedienbaren Ubuntu-Derivat zu erleichtern.

Microsoft ist bislang kaum als Gralshüter freier und quelloffener Software in Erscheinung getreten oder für Datensparsamkeit bekannt. Umso mehr lässt daher das Projekt des chinesischen Microsoft-Ingenieurs Anduin Xue aufhorchen, der auf Basis von Ubuntu ein eigenes Linux-Derivat namens AnduinOS [entwickelt](#) und pflegt. Das optisch an Windows 11 angelehnte System soll Umsteiger von Windows zu Linux locken, gibt der Entwickler unumwunden zu.

Viele Linux-Derivate entstehen ohne konkrete oder längerfristig tragfähige Motivation und Konzeption für eine

Weiterentwicklung des Systems. Oft verschwinden solche kurzlebigen Projekte schnell wieder, bevor die Community in größerem Ausmaß Notiz von ihnen nimmt. Anders verhält es sich bei AnduinOS: Der im „chinesischen Venedig“ Suzhou nahe Shanghai lebende Softwareingenieur Anduin Xue hat klare Vorstellungen von der Weiterentwicklung seines Ubuntu-Derivats, das sich eines ungewöhnlich steilen Aufstiegs in den Trend-Charts von Distrowatch [erfreut](#) – ein deutliches Anzeichen für das Interesse der Community.

Alleinstellungsmerkmale

AnduinOS liegt derzeit in zwei Varianten vor: Außer der auf Ubuntu 24.04 LTS basierenden älteren Version 1.1.5 mit Langzeit-Unterstützung bis April 2029 gibt es die Version 1.3.2. Sie basiert auf Ubuntu 25.04, genießt jedoch nur bis

Januar 2026 Support. Bereits mit dieser zweiten, schon seit Anfang Mai 2025 erhältlichen Variante führt der Entwickler technische Neuerungen ein, die für das System im Vergleich mit der älteren Variante eine erhebliche Verbesserung des Sicherheitsniveaus bedeuten. Grafische Anwendungen lassen sich komplett über die Flatpak-Paketverwaltung handhaben und sich entsprechend in einer eigenen Sandbox betreiben, was die Verbreitung von Schadsoftware erheblich erschwert.

In seinem Blog dokumentiert der Entwickler die weitere Roadmap für sein System [🔗](#). Aufgrund der noch eingeschränkten Unterstützung seitens der Community konzentriert sich seine Arbeit im Moment primär auf das Beheben von Bugs und Sicherheitslücken. Gleichzeitig will der Maintainer weitere Programmierer für sein Projekt gewinnen, um mit der nächsten LTS-Version signifikante Neuerungen und Verbesserungen einzuführen, darunter ein eigenes Software-Repository.

Daneben soll noch 2025 eine Modularisierung des Betriebssystems in sogenannten Layern eine unkomplizierte Anpassung ermöglichen. Für die LTS-Version im April 2026 peilt der Entwickler eine Server-Variante sowie eine Lite-Version an. Hintergrund dieser Modifikationen ist das Bemühen, eine höchst anpassbare Distribution zu schaffen, sodass auch die Live-Varianten bereits anwenderspezifische Umgebungen implementieren.

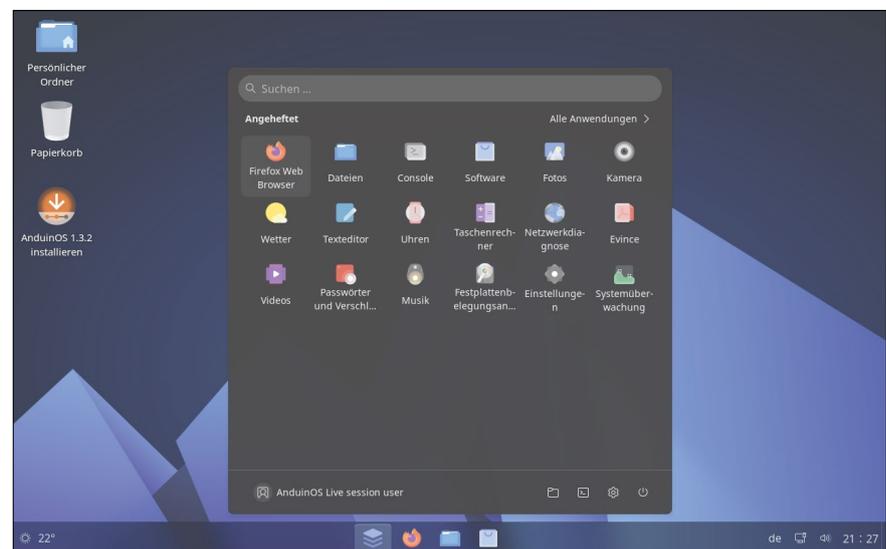
Anduin Xue geht in seiner Roadmap zudem auf die Integration von KI-Werkzeugen ein. Er hält das aber erst dann für sinnvoll, wenn das Ubuntu-Derivat einen bestimmten Reifegrad erreicht und sich aus dem Einbinden von KI-Tools ein echter Nutzen ergibt. Aufgrund der verschiedentlich geäußerten Bedenken zur Einflussnahme staatlicher Institutionen versichert der Entwickler, dass sein System vollständig freie und quelloffene Software bleibt und mithilfe einer globalen Entwicklergemeinschaft auch unabhängig weiterentwickelt werden soll.

Erste Schritte

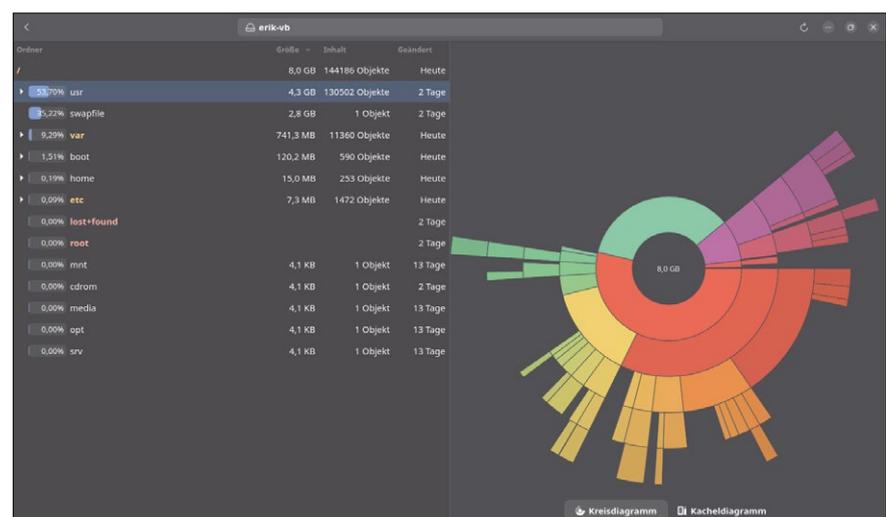
Sie beziehen das rund 2,0 GByte große ISO-Abbild des Betriebssystems von der Website des Projekts. Beachten Sie, dass sich AnduinOS ausschließlich für 64-Bit-

Hardware eignet. Vor Beginn des Downloads werden Sie nach der gewünschten Sprachversion gefragt: AnduinOS besteht nicht aus einem ISO-Abbild mit unzähligen vorinstallierten Sprachvarianten, sondern unterstützt jeweils nur die gewünschte Lokalisierung. Nach dem Herunterladen transferieren Sie das Abbild auf einen Wechseldatenträger.

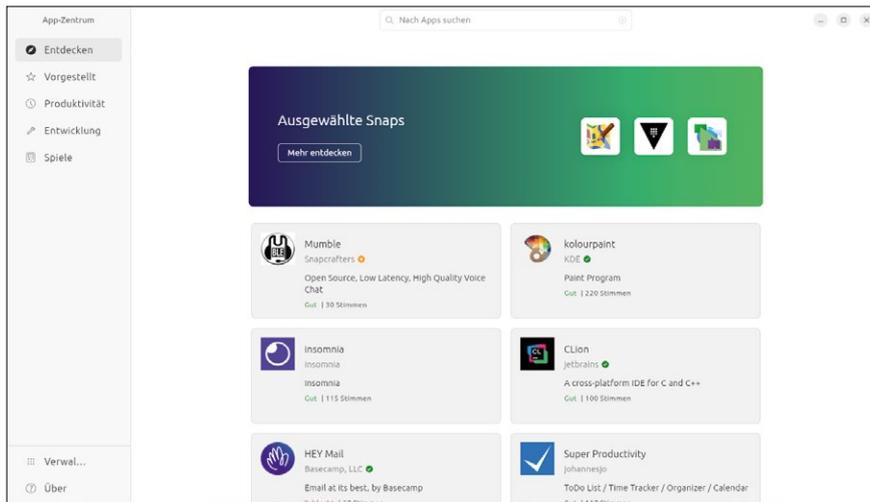
AnduinOS unterstützt als hybrides Abbild sowohl optische als auch Flash-Medien. Anschließend starten Sie das System mit dem neu angelegten Wechseldatenträger. Im Grub-Bootmenü erscheinen dabei nur zwei Optionen, von denen meist die erste ausgewählt wird.



1 Der Desktop von AnduinOS ist optisch ansprechend und elegant.



2 Dank verschiedener Werkzeuge behalten Sie stets den Überblick über Ihr System.



3 Die Snap-Paketverwaltung mit dem App-Store richten Sie bei Bedarf manuell ein.

Nach kurzer Zeit öffnet AnduinOS einen stark modifizierten Gnome-Desktop, der sich bei der Anordnung der Bedienelemente an Windows 11 orientiert **1**.

Bei Auswahl der deutschen Variante erscheint das System komplett lokalisiert. In der Panel-Leiste am unteren Bildschirmrand finden Sie rechts ein mit *en* bezeichnetes Applet zum Anpassen der Tastaturbelegung, voreingestellt ist also noch die US-Tastaturbelegung. Durch einen Linksklick und die anschließende Auswahl von *de* schalten Sie das Layout auf Deutsch um.

Ein Klick auf das Startmenü-Icon, das sich wie bei Windows 11 links in der Panel-Leiste befindet, öffnet eine Ansicht der vorinstallierten Anwendungen. Da es sich dabei nicht um alle vorhandenen Applikationen handelt, klicken Sie im Startmenü oben rechts auf *Alle Anwendungen*. Daraufhin werden alle vorhandenen Programme in alphabetischer Reihenfolge untereinander aufgelistet.

Die Softwareauswahl enthält die üblichen Gnome-Anwendungen. Außer dem Webbrowser Firefox bringt AnduinOS in

der Live-Version keine der sonst meist vorinstallierten Standardanwendungen mit. Für den Live-Betrieb benötigen Sie die in aller Regel aber nicht. Bei Bedarf beziehen Sie weitere Applikationen über *Software* im Startmenü aus dem umfangreichen Software-Store von Gnome.

Auf die Platte

Zur Installation klicken Sie auf den Starter *AnduinOS 1.3.2 installieren* auf der Arbeitsoberfläche. Es öffnet sich der übliche Ubuntu-Installationsdialog, mit dem Sie das System in wenigen Schritten auf den Massenspeicher transferieren. Anschließend führen Sie einen Warmstart aus und gelangen in den Desktop.

Da AnduinOS auch installiert mit dem US-Tastatur-Layout startet, gilt es, dieses auf Deutsch umzustellen. Klicken Sie im System-Tray auf den Eintrag *en* und im Kontextmenü auf *Tastatureinstellungen*. Im Konfigurationsdialog entfernen Sie den ersten Eintrag *Englisch (USA)* mit einem Klick auf das Punkte Menü rechts daneben und der Auswahl von *Entfernen*. Alternativ verschieben Sie das Layout via *Nach unten verschieben* hinter die deutsche Tastaturbelegung. Das US-Layout steht damit noch zur Verfügung, das deutsche hat aber Vorrang.

Einstellungen

Den Konfigurationsdialog starten Sie mit einem Klick auf *Einstellungen* aus dem Startmenü. Daraufhin öffnet sich der Konfigurationsdialog von KDE Plasma, der alle gängigen Bereiche abdeckt.

Zum Überwachen der Hardware und des Systems finden Sie darüber hinaus zahlreiche Werkzeuge. Sie können damit die Belegung der Massenspeicher analysieren und die vom System erkannten Laufwerke überwachen und verwalten. Zusätzlich stehen Anwendungen für die Netzwerkanalyse bereit. Mithilfe der Energiestatistiken behalten Sie den Energieverbrauch eines Laptops im Blick **2**.

Zusätzliche Programme installieren Sie entweder über die Kommandozeile oder über Gnomes App-Store. Gnome-Software als grafisches Frontend für die Softwareverwaltung übernimmt dabei zudem die Aktualisierungsverwaltung. Da diese beim Start automatisch nach

Listing 1: Snap und Snap Store einrichten

```
$ sudo rm /etc/apt/preferences.d/no-snap.pref
$ sudo apt update
$ sudo apt install -y snapd
$ sudo snap install snap-store
$ sudo snap install snapd-desktop-integration
```

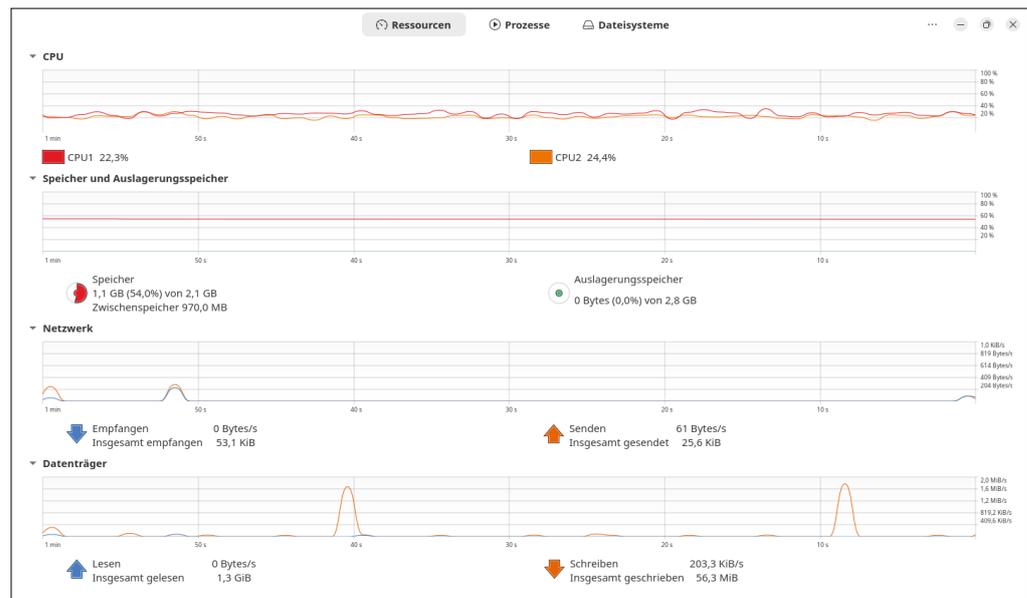
Aktualisierungen sucht, integrieren Sie Updates mit wenigen Mausklicks aus dem App-Store heraus. Der Softwarebestand umfasst neben den Ubuntu-Repositories auch Flatpaks. Snap-Pakete unterstützt AnduinOS voreingestellt noch nicht.

Alternativ zu Gnomes App-Store installieren Sie das altbekannte Synaptic als grafisches Frontend zur DEB-Paketverwaltung mit dem Befehl `sudo apt install synaptic`. Sie finden das Werkzeug dann in der alphabetischen Anwendungsliste aus dem Startmenü. Um die Unterstützung für die Paketverwaltung Snap zu installieren, geben Sie die ersten drei Kommandos aus Listing 1 am Prompt ein. Um den Snap Store einzurichten, verwenden Sie die letzten beiden Aufrufe.

Nach einem Warmstart ist AnduinOS bereit zum Einrichten von Snap-Paketen. Dazu nutzen Sie jedoch nicht den App-Store von Gnome, sondern das im Startmenü neu hinzugefügte Anwendungszentrum. Dabei handelt es sich um einen speziellen App-Store für die Snap-Paketverwaltung, die auch Aktualisierungen der installierten Snap-Pakete vornimmt. Aufgrund einiger Nachteile des Snap-Formats wie des enormen Platzbedarfs oder der teils trägen Arbeitsweise empfiehlt es sich, stattdessen möglichst die altbewährten DEB-Pakete oder Flatpak-Alternativen zu verwenden [3](#).

Ressourcenbedarf

AnduinOS fällt durch seinen moderaten Ressourcenverbrauch positiv auf. Damit eignet es sich auch für den Einsatz auf älterer Hardware, ohne Komfort oder Geschwindigkeit einzuschränken. Dem Ubuntu-Derivat genügen PCs mit einem Zweikernprozessor und mindestens 2 GByte RAM. Wenn Sie mehrere große Anwendungen simultan öffnen wollen, sollten allerdings mindestens 4 GByte Arbeitsspeicher zur Verfügung stehen. Beim Start des Systems und beim Laden



4 AnduinOS schont die Ressourcen genügend, um es auch auf älterer Hardware zu betreiben.

von Anwendungen im Snap- und Flatpak-Format treten speziell beim Einsatz herkömmlicher Festplatten mitunter spürbare Latenzen auf, weswegen Sie SSDs den Vorzug geben sollten [4](#).

Fazit

AnduinOS macht optisch eine gute Figur und ist dank der Ubuntu-Basis eine stabile und zuverlässige Distribution ohne Macken. Das System gefällt insbesondere durch die nahtlose Integration des Flatpak-Paketformats, das zusätzliche Software bereitstellt. Außerdem bringt die Sandbox-Technologie der Anwendungen einen Sicherheitsgewinn.

Für Umsteiger von Windows 11 entsteht dank der optisch ähnlichen Gestaltung der Arbeitsumgebung wenig Einarbeitungsaufwand. Allerdings ist für Ein- und Umsteiger nach der Installation des Betriebssystems noch etwas Handarbeit angesagt: AnduinOS fehlt wie dem Microsoft-Pendant von Haus aus ein vorinstalliertes Office-Paket und andere wichtige Applikationen. Dazu gehören etwa der E-Mail-Client Thunderbird oder der universell einsetzbare Mediaplayer VLC. Beide lassen sich jedoch problemlos über den Gnome-App-Store nachinstallieren. Danach eignet sich das AnduinOS auch für den produktiven Einsatz und ist somit eine Empfehlung wert. (t/e) ■

Dateien zum Artikel
herunterladen unter

www.linux-user.de/dl/52392



Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qr/52392

Linux-PCs vom Windows-Rechner aus steuern

Fernbedienung

Um von Windows aus übers Netz auf Linux zuzugreifen, stehen

Ihnen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl. Hans-Georg Eßer



Nutzen Sie Ihren Linux-PC nicht als Hauptrechner, weil Sie häufiger am Windows-Rechner arbeiten? Dann steht die Linux-Maschine vielleicht auch nicht im selben Raum, und Sie greifen von Windows aus über das Netzwerk darauf zu. Welche Software Sie dafür am besten verwenden, hängt davon ab, welche Art von Zugriff Sie benötigen.

Möchten Sie nur die Dateien in Ihrem Home-Verzeichnis verwenden, richten Sie mit Samba eine Netzwerkfreigabe ein und binden sie unter Windows ein. Bevorzugen Sie es, Befehle in der Bash einzugeben, bauen Sie über die Secure Shell (SSH) eine Verbindung zum Linux-PC auf. Benötigen Sie hingegen den kompletten Linux-Desktop, ist auch das kein Problem: Es genügt, dafür die Bildschirmfreigabe zu aktivieren. Sie nutzen dann unter Windows den RDP-Client.

Secure Shell

Klassisch ist der Fernzugriff auf Linux-Rechner vor allem für administrative Aufgaben via Shell üblich. Das war schon vor über 30 Jahren so, als sich die Internet-Nutzer noch vertrauten und unverschlüsselte Verbindungen über Telnet nutzen. Dessen Nachfolger ist die Secure Shell (SSH), die ebenfalls Remote-Logins unterstützt, dabei aber sowohl die Verbindung als auch die Übertragung der Zugangsdaten verschlüsselt.

Eine gelingende SSH-Verbindung setzt voraus, dass auf dem Zielrechner ein SSH-Server installiert und aktiviert ist. Auf dem lokalen Rechner benötigen Sie einen SSH-Client. Das Einrichten des Servers unter Debian und Ubuntu ist schnell erledigt: Spielen Sie das Paket *openssh-server* ein, zum Beispiel in der Konsole mit `sudo apt install openssh-server`.

Windows 11 bringt bereits einen SSH-Client mit. Sie starten ihn aus jedem Terminalfenster heraus, sowohl mit der Powershell als auch mit der klassischen Windows-Shell (`cmd.exe`). Um eine Verbindung zum Ubuntu-Rechner aufzubauen, müssen Sie dessen IP-Adresse kennen. Unter Linux zeigt das Kommando `ip -o -4 a` in der Shell die IP-Adressen aller konfigurierten Netzwerkgeräte. Der erste Eintrag nennt die Adresse für `localhost` (immer 127.0.0.1) und spielt in diesem Kontext keine Rolle. Meist wer-

den Sie in der zweiten Ausgabezeile fündig **1**. Das Tool verwendet die CIDR-Notation . Das sogenannte Suffix, in der Abbildung `/16`, gehört nicht zur Adresse, die in unserem Beispiel `172.16.1.45` lautet.

Um sich nun von Windows aus auf dem Linux-Rechner einzuloggen, geben Sie in der Windows-Shell den Befehl `ssh User@172.16.1.45` ein. Als *User* verwenden Sie Ihren Linux-Benutzernamen, `172.16.1.45` ist die Zieladresse des Rechners. Falls der Benutzername unter Windows und Linux identisch ist, können Sie auf `User@` verzichten und nur die IP-Adresse angeben. Beim ersten Verbindungsaufbau zeigt SSH einen Fingerabdruck des Servers an, den Sie verwenden könnten, um die Authentizität zu prüfen. Im lokalen Netzwerk spielt das aber meist keine Rolle, dort genügt es, die Meldung mit der Eingabe von `yes` zu bestätigen. Bei späteren Logins zeigt SSH diese Meldung dann nicht mehr an **2**.

Wenn Sie sich ohne Passworteingabe einloggen möchten, generieren Sie unter Windows mit `Ssh-keygen` ein SSH-Schlüsselpaar, das aus einem privaten und einem öffentlichen Schlüssel besteht. Letzteren fügen Sie dann unter Linux

```
esser@ubu2504vm:~$ ip -4 -o a
1: lo        inet 127.0.0.1/8 scope host lo        valid_lft forever
   preferred_lft forever
2: ens33     inet 172.16.1.45/16 brd 172.16.255.255 scope global d
   ynamic noprefixroute ens33\        valid_lft 6769sec preferred_lft
6769sec
esser@ubu2504vm:~$
```

1 Rot markiert sehen Sie die IP-Adresse und das Suffix. Sie benötigen nur den Teil vor dem Schrägstrich.

README

Linux lässt Sie mit wenigen Schritten von Windows aus auf das System zugreifen. Finden Sie die IP-Adresse des Systems heraus und nutzen Sie dann die Secure Shell (SSH), RDP (Remote Desktop Protocol) oder Samba/SMB. Windows 11 bringt alle dafür notwendigen Tools schon mit.

```
PS C:\Users\hgess> ssh esser@172.16.1.45
The authenticity of host '172.16.1.45 (172.16.1.45)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:NXe4rLn7qU+h35tMsRcvOk0Djy9r6i8/MS4NabFb0tE.
This key is not known by any other names.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '172.16.1.45' (ED25519) to the list of known hosts.
esser@172.16.1.45's password:
Welcome to Ubuntu Plucky Puffin (development branch) (GNU/Linux 6.14.0-15-gener
ic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/pro

0 Aktualisierungen können sofort angewendet werden.

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.
```

2 Den Fingerabdruck des SSH-Servers bestätigen Sie beim ersten Login.

einer Konfigurationsdatei hinzu. Öffnen Sie dazu unter Windows zwei Terminalfenster und platzieren Sie sie nebeneinander. Im linken Fenster geben Sie nacheinander die Befehle `cd .ssh`, `ssh-keygen` und `more *.pub` ein. Das zweite Kommando fragt nach dem Dateinamen und zweimal nach einer Passphrase. Drücken Sie dreimal die Eingabetaste, um die Standardwerte zu verwenden.

Markieren Sie mit dem Mauszeiger die Ausgabe des letzten Befehls, die mit `ssh-ed25519` beginnt. Um den Text in die Zwischenablage zu übernehmen, drücken Sie erneut die Eingabetaste. Im rechten Fenster loggen Sie sich mit SSH auf dem Ubuntu-Rechner ein. Geben Sie rechts die Befehle `cd .ssh` und `cat >> authorized_keys` ein. Rechtsklicken Sie in das rechte Fenster oder verwenden Sie `[Strg]+[Umschalt]+[V]`, um den Inhalt der Zwischenablage einzufügen. Drücken Sie ein weiteres Mal die Eingabetaste und dann `[Strg]+[D]`. Schließen Sie die SSH-Verbindung zum Linux-Rechner mit `exit` und loggen Sie sich erneut mit SSH auf ihm ein. Das sollte jetzt ohne Passwortabfrage funktionieren.

SSH mit PuTTY

Wenn Sie nicht das Terminalprogramm von Windows verwenden möchten, greifen Sie auf den beliebigen SSH- und Tel-

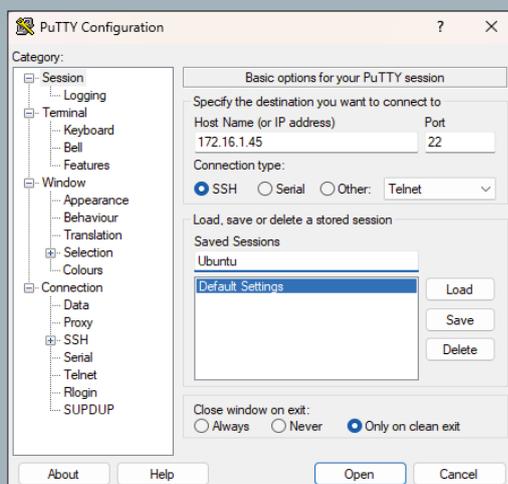
net-Client PuTTY  zurück. Aus dem Download-Bereich laden Sie den 64-Bit-x86-Installer herunter und starten ihn. Ein Assistent führt Sie durch die Einrichtung, bei der Sie alle vorgeschlagenen Vorgaben übernehmen.

Beim Start öffnet sich ein Konfigurationsfenster, das jedes Mal beim Öffnen erscheint. Darin konfigurieren Sie Sessions und bauen Verbindungen auf. Geben Sie im Feld *Host Name (or IP address)* die IP-Adresse des Linux-Rechners ein. Vergeben Sie im Feld *Saved Sessions* einen Namen für die Session, zum Beispiel *Linux*, und klicken Sie auf *Save* **3**.

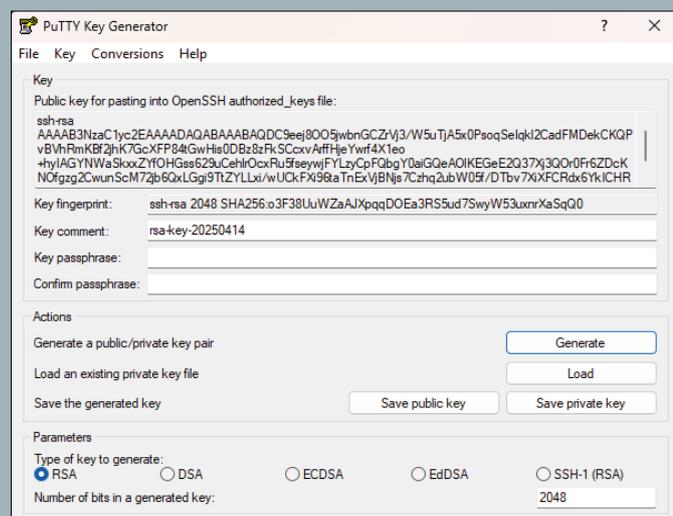
Wechseln Sie jetzt zur Kategorie *Connection | Data* und geben Sie im Feld *Auto-login username* Ihren Benutzernamen auf dem Linux-Rechner ein. Wechseln Sie zurück zur obersten Kategorie *Session* und klicken Sie erneut auf *Save*.

Mit einem Doppelklick auf *Linux* in der Session-Liste loggen Sie sich auf dem entfernten PC ein. Auch PuTTY zeigt beim ersten Verbindungsaufbau den Fingerabdruck des entfernten Servers an. Um fortzufahren, klicken Sie auf *Accept*, womit Sie dem Server zukünftig ohne Rückfrage vertrauen. Geben Sie schließlich Ihr Linux-Passwort ein; anschließend steht die SSH-Verbindung.

Auch PuTTY können Sie mit einem Schlüsselpaar für passwortlose Logins ausstatten. Starten Sie dazu den *PuTTY*



3 PuTTY lässt Sie separat für jeden Zielrechner umfangreiche Voreinstellungen wählen.



4 Der PuTTY Key Generator erlaubt es, ein SSH-Schlüsselpaar zu erzeugen. Damit sparen Sie sich zukünftig die Eingabe des Passworts.

Key Generator, den Sie im Startmenü unter *Alle | PuTTY (64-bit) | PuTTYgen* finden. Klicken Sie im Programmfenster auf *Generate*, um ein neues Schlüsselpaar zu erstellen. Bewegen Sie dann eine Weile die Maus innerhalb des Programmfensters, bis der grüne Fortschrittsbalken verschwindet. Jetzt sehen Sie im Bereich *Key* den öffentlichen Schlüssel **4**.

Um den öffentlichen und privaten Schlüssel in zwei Dateien abzulegen, klicken Sie nacheinander auf die Schaltflächen *Save public key* und *Save private key*. Sie können jeweils denselben Dateinamen (ohne Endung) verwenden, PuTTYgen hängt beim privaten Schlüssel automatisch die Endung *.ppk* (PuTTY Private Key) an. Kopieren Sie den öffentlichen Schlüssel in die Zwischenablage, indem Sie ihn markieren und mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage legen. Achten Sie darauf, alle Zeilen zu kopieren, denn nicht alle sind gleichzeitig sichtbar.

Starten Sie PuTTY und bauen Sie eine Verbindung zum Linux-PC auf. Geben Sie nach dem Login die Befehle `cd .ssh` und `cat >> authorized_keys` ein. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das rechte Fenster, um den gespeicherten Inhalt der Zwischenablage einzufügen oder drücken Sie dazu [Strg]+[Umschalt]+[V]. Bestätigen Sie danach mit der Eingabetaste und trennen Sie die Verbindung wieder mit [Strg]+[D].

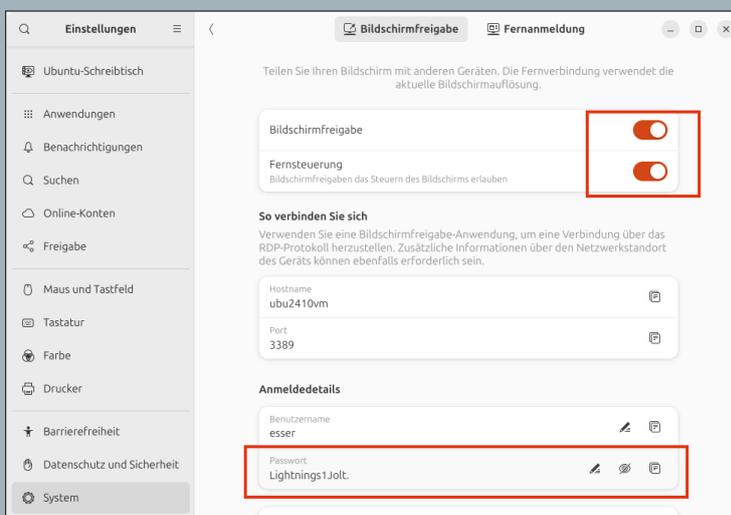
Starten Sie PuTTY erneut, wählen Sie die *Session Linux* aus und klicken Sie auf *Load*, um die Einstellungen zu laden. Wechseln Sie dann zur Kategorie *Connection | SSH | Auth | Credentials* und klicken Sie neben *Private key file for authentication* auf *Browse*. Wählen Sie im Dateimanager die Datei mit dem gerade erzeugten privaten Schlüssel aus. Kehren Sie zur obersten Kategorie *Session* zurück und klicken Sie erneut auf *Save*. Jetzt bauen Sie mit einem Doppelklick auf *Linux* die Verbindung zum Ubuntu-Rechner ohne Passwortabfrage auf.

Desktop-Freigabe

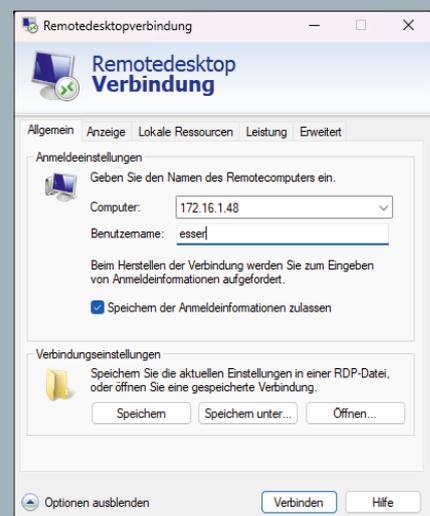
Wenn Ihnen das Steuern des Linux-PCs via Shell nicht ausreicht, etwa weil Sie ein spezielles grafisches Linux-Programm benutzen möchten oder einfach gern den Gnome-Desktop von Ubuntu verwenden, holen Sie sich die laufende Desktop-Sitzung von Ubuntu auf den Windows-Rechner. Das erfordert zwar ein Ändern der Einstellungen, jedoch keine Installation zusätzlicher Software.

Öffnen Sie auf dem Ubuntu-PC die Einstellungen. Wechseln Sie links zum Bereich *System* und dann rechts im Hauptfenster zur *Bildschirmfreigabe*. Es öffnet sich ein neues Dialogfenster, in dem Sie zunächst Ihr Passwort eingeben, bevor sich die Einstellungen ändern las-

RDP: Das von Microsoft entwickelte Remote Desktop Protokoll erlaubt es, sich grafisch mit einem anderen Computer über das Netzwerk zu verbinden und ihn fernzusteuern.



5 Aktivieren Sie die *Bildschirmfreigabe* sowie die *Fernsteuerung*.

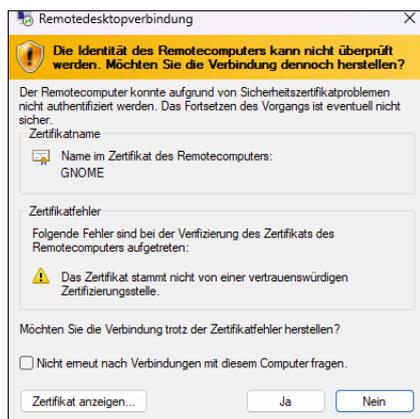


6 Klappen Sie in Ihrem RDP-Client die Optionen für den Benutzernamen aus.

sen. Um die erste Option *Bildschirmfreigabe* zu aktivieren, klicken Sie auf den Ein-/Aus-Schalter. Dadurch erhalten Sie auch Zugriff auf die Zeile *Fernsteuerung* darunter, die Sie ebenfalls aktivieren. Ausgeschaltet können Sie den Desktop remote lediglich betrachten, aber nicht mit ihm und den Komponenten arbeiten.

Im Bereich *Anmeldedetails* weiter unten ist Ihr Linux-Benutzername bereits eingetragen. Es gibt zudem ein Passwort, das nicht mit Ihrem Linux-Passwort identisch ist. Ein Klick auf das Augensymbol rechts neben dem Passwortfeld zeigt es an. Wahlweise legen Sie an dieser Stelle ein eigenes Passwort fest. Das ist Ihr **RDP-Passwort**, das Sie im RDP-Client von Windows eingeben müssen **5**.

Unter Windows öffnen Sie das Startmenü, geben als Suchbegriff „rdp“ ein und klicken auf den Treffer *Remotedesktopverbindung*. Es öffnet sich ein kleines Fenster, in dem Sie zunächst links unten auf *Optionen einblenden* klicken. Dadurch erweitert sich das Fenster und lässt Sie unter anderem den Benutzernamen angeben. Tragen Sie im Feld *Computer* die IP-Adresse des Linux-Rechners und darunter im Feld *Benutzername* den Ubuntu-Benutzernamen ein. Setzen Sie außerdem das Häkchen bei *Speichern der Anmeldeinformationen zulassen* **6**. Nach einem Klick auf *Verbinden* fragt die App



7 RDP sichert optional Verbindungen über Zertifikate ab; beim Zugriff auf den Ubuntu-PC ignorieren Sie diesen Hinweis.

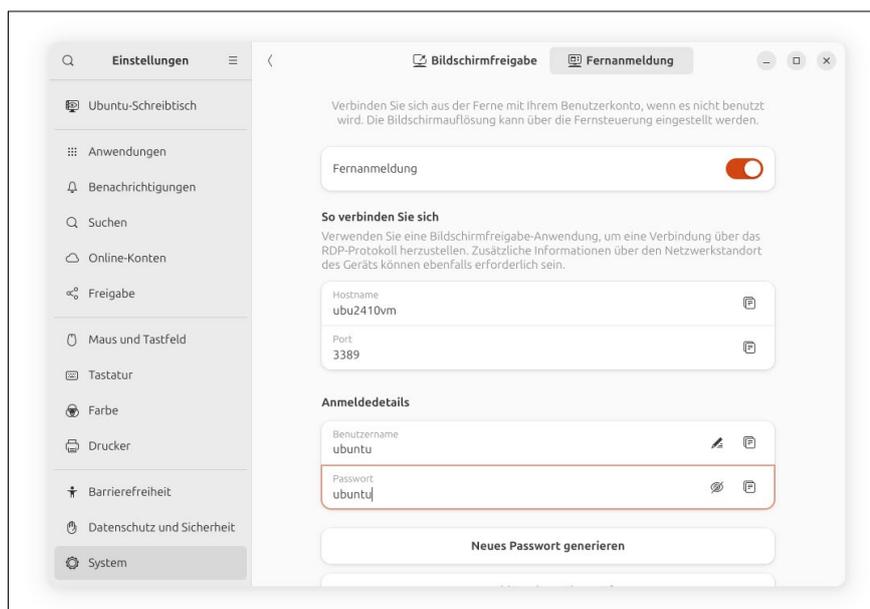
zunächst nach Ihrem Passwort. Geben Sie hier das RDP-Passwort ein. Danach erscheint eine Fehlermeldung mit dem Hinweis über Probleme mit dem Zertifikat. Setzen Sie das Häkchen vor *Nicht erneut nach Verbindungen mit diesem Computer fragen* und klicken Sie auf **Ja** **7**.

Der RDP-Client von Windows zeigt den Linux-Desktop nun im Vollbildmodus an, blendet aber oben mittig ein kleines Steuerungselement ein, über das Sie den Vollbildmodus beenden. Bei der Darstellung im Fenster erscheint in der Regel nur ein Teil des Desktops. Über die Rollbalken am unteren und rechten Rand stellen Sie den sichtbaren Bereich ein.

Fernanmeldung

Mit der beschriebenen Methode steigen Sie in eine laufende Sitzung ein. Sie sehen also denselben Desktop mit denselben geöffneten Anwendungen, die der Linux-Rechner auch auf seinem eigenen Monitor anzeigt. Alternativ richten Sie das System so ein, dass Sie mit dem Windows-Rechner via RDP eine neue Sitzung starten, die Sie dann beim Beenden des RDP-Clients wieder schließen. In den Ubuntu-Einstellungen deaktivieren Sie dazu zunächst die Bildschirmfreigabe und wechseln danach zum bisher unerwähnten Reiter *Fernanmeldung*. Klicken Sie in der mit einem rosafarbenen Hintergrund angezeigten Warnung zu gesperrten Einstellungen auf *Entsperren* und geben Sie Ihr Passwort ein.

Aktivieren Sie in der ersten Zeile die *Fernanmeldung* und vergeben Sie dann



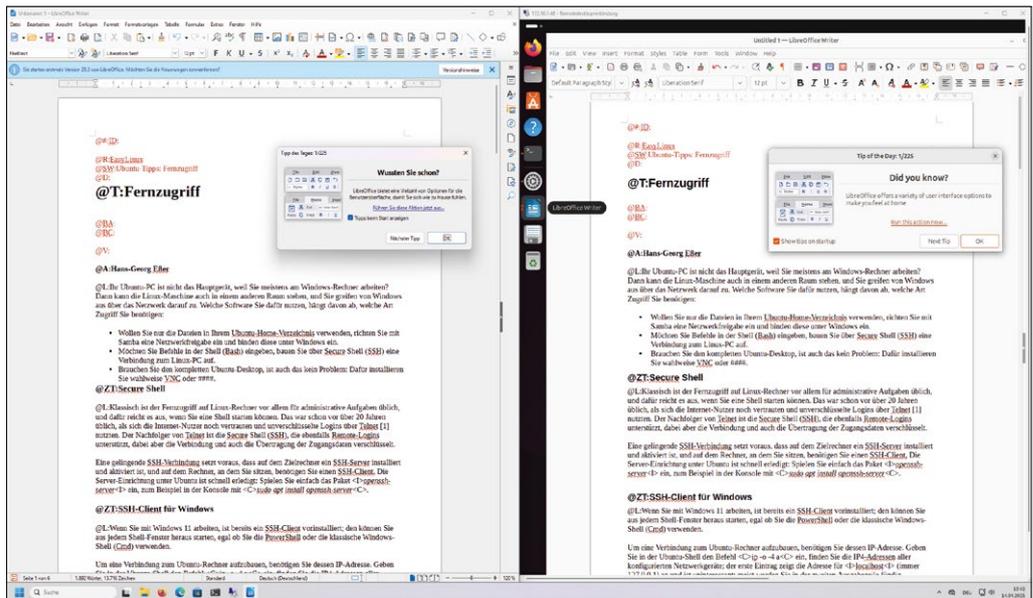
8 Über die Fernanmeldung schalten Sie einen Modus frei, bei dem Sie unter Windows einen Anmeldedialog erhalten und sich mit einem beliebigen Linux-Konto anmelden.

Listing 1: Samba einrichten

```
$ sudo apt install samba
$ mkdir ~/sambashare/
$ cat << EOF | \
  sudo tee -a /etc/samba/smb.conf
[ubuntu]
  comment = Ubuntu
  path = $HOME/öffentlich
  read only = no
  browsable = yes
EOF
$ sudo service smbd restart
$ sudo smbpasswd -a $USER
```

unter *Anmeldedetails* einen Benutzernamen und ein Passwort. Diese Zugangsdaten erlauben noch keine Anmeldung, Sie erhalten damit lediglich Zugriff auf den Ubuntu-Anmeldedialog. Sie könnten hier also als Benutzername *ubuntu* und beim Passwort zum leichteren Merken ebenfalls *ubuntu* eingeben **8**. Für die spätere zweistufige Anmeldung fragt die Software Ihre Zugangsdaten für das persönliche Konto nochmals ab.

Das parallele Aktivieren beider Varianten, also die Bildschirmfreigabe der laufenden Sitzungen und die allgemeine Fernanmeldung, funktioniert ebenfalls. Dabei kommen sich aber zwei RDP-Dienste in die Quere, die beide denselben Port nutzen wollen. Einer von beiden weicht dann aus, der Verbindungsaufbau gestaltet sich dadurch etwas komplizierter als normal. In den meisten Fällen wird für Sie nur eine der beiden Nutzungsvarianten sinnvoll sein. Die allgemeine Freigabe spielt vor allem dann eine Rolle, wenn der Linux-Rechner als Server an einem schlecht erreichbaren Ort steht oder keine Peripherie wie Monitor und Tastatur angeschlossen ist.



9 Zweimal LibreOffice, links unter Windows, rechts via RDP unter Ubuntu. Copy & Paste funktioniert.

Copy & Paste

Extrem nützlich ist, dass zwischen dem Linux-RDP-Fenster und anderen Windows-Anwendungen Copy & Paste funktioniert: Damit lassen sich Texte markieren, in die Zwischenablage kopieren und dann im anderen System einfügen. Das klappt mit den bekannten Tastenkombinationen [Strg]+[C] und [Strg]+[V] in beide Richtungen. Neben einfachen Inhalten wie Befehlen oder URLs übertragen Sie damit auch Inhalte aus Office-Anwendungen inklusive Formatierungen.

AUSGABE VERPASST?

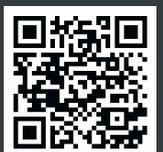
LINUX
MAGAZIN

JAHRES-DVD

6,99 €
zzgl. Versandkosten

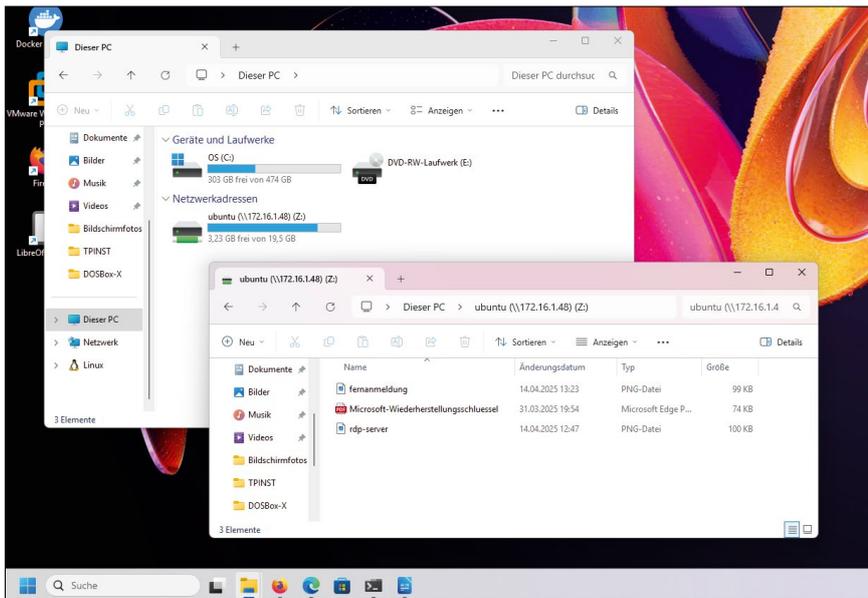
Alle Artikel
des Jahrgangs 2024
(HTML + PDF) auf DVD

Mehr Infos unter:
shop.linux-magazin.de/jahres-dvd/2024



Bequem online
bestellen:

Telefon: 0911 / 993 990 98 ■ E-Mail: computec@dpv.de
shop.linux-magazin.de/jahres-dvd/2024



10 Wenn Sie einen Samba-Server einrichten, können Sie von Windows aus bequem über den Dateimanager auf einen freigegebenen Ordner des Ubuntu-Rechners zugreifen.

Abbildung **9** zeigt links ein Fenster mit LibreOffice für Windows und rechts ein RDP-Fenster mit dem Ubuntu-Desktop, auf dem LibreOffice für Linux läuft. Der Text wurde im rechten Fenster eingegeben, formatiert und dann per Copy & Paste ins linke Fenster kopiert. Die Überschriften verwenden unterschiedliche Schriftarten, weil die Absatzformatvorlagen für *Überschrift 1* in der Windows-Version eine andere Schrift definieren als in der Linux-Version.

Auch mit Dateien gelingt ein einfacher Transfer: Sowohl im jeweiligen Dateimanager als auch auf dem Desktop können Sie Dateisymbole markieren, wie oben in die Zwischenablage kopieren und auf dem anderen System an der gewünschten Stelle einfügen. Unter Linux klappt nur das Einfügen in ein Dateimanagerfenster, nicht aber auf den Desktop.

Dateifreigabe

Um unter Windows auf Dateien vom Linux-PC zuzugreifen, richten Sie eine Dateifreigabe ein. Dazu benötigen Sie einen Samba-Server [☞](#), den Sie unter Debian und seinen Derivaten mit dem Inhalt aus [Listing 1](#) einrichten. Der Aufruf von `smbpasswd` in der letzten Zeile erfragt zweimal ein Passwort, das Sie später für den Zugriff auf die Freigabe benötigen.

Der freigegebene Ordner heißt `$HOME/Öffentlich`. Möchten Sie mit dem Windows-PC das gesamte Home-Verzeichnis teilen, entfernen Sie den hinteren Teil `/Öffentlich`. Beachten Sie, dass Windows-Programme damit nicht nur Lesezugriff auf alle Dateien in diesem Ordner erhalten, sondern auch schreibenden.

Unter Windows öffnen Sie den Dateimanager, scrollen links im Navigationsbereich zu *Dieser PC*, klicken ihn mit der rechten Maustaste an und wählen den Eintrag *Netzlaufwerk verbinden* aus. Es erscheint ein Dialog, in dem Sie ein Laufwerk auswählen oder die Vorgabe `Z:` übernehmen und dann unter *Ordner* die Adresse `\\172.16.1.48\ubuntu` eintragen. Dabei ersetzen Sie die IP-Adresse durch die korrekte Adresse Ihres Linux-Rechners. Über das Laufwerk `Z:` greifen Sie nun auf die Dateien zu, die sich im Unterordner `Öffentlich/` Ihres Home-Verzeichnisses befinden **10**.

Falls der Verbindungsaufbau nicht funktioniert, haben Sie vielleicht unter Ubuntu die Firewall aktiviert. In diesem Fall erlauben Sie den Zugriff auf die Samba-Freigabe mit `sudo ufw allow samba`.

Fazit

Von Windows aus auf den Linux-PC zuzugreifen, gestaltet sich überraschend einfach. Das liegt daran, dass Windows in den letzten Jahren viel Linux-freundlicher wurde und zumindest in aktuellen Versionen zahlreiche Protokolle und Dienste aus der Linux-Welt unterstützt.

Die volle Desktop-Freigabe bietet die komfortabelste Nutzungsmöglichkeit. Sie ist aber unnötig, wenn Sie auf dem Ubuntu-PC nur einige Befehle in der Shell ausführen möchten. Dann loggen Sie sich mit SSH deutlich schneller ein, und das lässt sich noch beschleunigen, wenn Sie über das Schlüsselverfahren den passwortlosen Login einrichten.

Der Einsatz von PuTTY ist heute im Grunde nicht mehr nötig und wegen schlechterer Bedienbarkeit wenig sinnvoll – es sei denn, Sie arbeiten mit einer älteren Windows-Version, die noch keinen eigenen SSH-Client mitbringt. Geht es gar nicht um die Bedienung des Ubuntu-Rechners, sondern nur um dort gespeicherte Dateien, genügt in der Regel eine Samba-Freigabe. *(tle)* ■



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/51644

MEHR SPASS MIT OPEN SOURCE!



- Top-News auf einen Blick
- Job-Angebote für Linux-Profis
- Tipps für die Praxis

Jetzt kostenfrei anmelden für den
COMMUNITY NEWSLETTER!



www.linux-community.de/newsletter



Roman Zalet's / 123RF.com

Verwackelte Videos per KI hochskalieren und stabilisieren

Schön aufpoliert

Niemand erwartet Spielfilmqualität bei Handyvideos. Dank Software und KI lassen sich verwackelte, verrauschte oder schmalspurige Aufnahmen aber so weit aufpeppen, dass sie am Bildschirm ansprechend aussehen. Peter Kreußel

README

Mit Smartphones aufgenommene Videos sind meist qualitativ eingeschränkt und haben eine geringe Auflösung. Zudem misslingt es oft, das Handy ruhig zu halten. Dieser Artikel stellt Werkzeuge vor, mit denen Sie Handyvideos und ohne Stativ geknipste Aufnahmen von Digitalkameras verbessern.

Mit dem Handy erstellte Videos liegen im Trend. Ärgerlich nur, dass die ohne Stativ gedrehten Filmchen meist verwackelt sind und der kleine Bildsensor des Handys an dunklen Drehorten an seine Grenzen stößt. Aufnahmen, die schon einige Jahre auf dem Buckel haben, haben in der Regel eine für heutige Bildschirme zu geringe Auflösung.

Die hier vorgestellten Tipps verwandeln die aus der Hüfte geschossenen Handyvideos zwar nicht in professionelle Filmaufnahmen, doch mit der richtigen Software erfährt ihre Qualität eine spür-

bare Verbesserung. Das Hochrechnen der Auflösung gelingt mit künstlicher Intelligenz, dem sogenannten KI-Upscaling, ohne dass ein störender Treppeneffekt auftritt **1**. Eine Videostabilisierung per Software gleicht ein Verwackeln aus.

Intelligent erkannt

Es hilft wenig, ein digitales Bild durch Verdoppeln der Bildpunkte zu vergrößern. Selbst traditionelle Upscale-Algorithmen wie bilineare und bikubische Vergrößerung oder das Lanczos-Verfahren berechnen zumindest einen Mittelwert aus umgebenden Pixeln, wobei sie nur den reinen Farbwert registrieren.

KI-Upscaling dagegen versucht, konkrete Formen zu erkennen und sie glatt und scharf darzustellen. Damit verbessert es die Bildqualität bei zu geringer Auflösung und eliminiert daneben noch Rauschen und Kompressionsartefakte.

Zwar bewirkt die künstliche Intelligenz keine Wunder, denn nur in Krimiserien entstehen aus stecknadelkopfgroßen Gesichtern wie durch Zauberhand deutlich erkennbare Personen. Sie erzeugt aber immerhin visuell ansprechendere Ergebnisse als klassische Verfahren [1](#).

Upscale-Algorithmen vergrößern einzelne Bilder. Wer sich nicht damit auseinandersetzen möchte, eine Videodatei in eine Bildfolge zu zerlegen, diese dann per Batchjob zu skalieren und wieder zusammensetzen, sollte ein Programm wie Video2x [2](#) verwenden, das diese Arbeitsschritte automatisiert. Für OpenSuse existiert zwar kein Video2x-Paket, aber es gibt immerhin ein generisches Appimage [3](#). Unter Leap benötigt es die Bibliothek Freetype6. Die Installation eines RPMs vom OpenSuse-Build-Service [4](#) genügt dafür ([Listing 1](#), erste Zeile).

Damit KI-Algorithmen in vernünftiger Geschwindigkeit ablaufen, sind sie auf die Beschleunigung durch die Grafikkarte angewiesen. Video2x nutzt dabei die Abstraktionsschicht Vulkan, die für Intel- und AMD-Karten unter OpenSuse direkt einsatzbereit ist. Nvidia-Anwender benötigen eine funktionierende 3D-Beschleunigung [5](#) und installieren das Paket `libvulkan1`. Ob Video2x im Rechner verwendbare Karten findet, zeigt der Aufruf aus der zweiten Zeile von [Listing 1](#).

Die Appimage-Version für Linux enthält nur das Kommandozeilenprogramm `video2x`. Rufen Sie zum Hochskalieren eines Videos den Befehl aus der letzten Zeile von [Listing 1](#) auf. Das Kommando wählt das für das Vergrößern von Videoaufnahmen optimierte KI-Modell aus. Die Option `-s 4` setzt den dafür einzig möglichen KI-Skalierungsfaktor, während `-w` und `-h` die Auflösung des endgültigen Videos festlegen. Die Dokumentation des Programms erläutert die verfügbaren Parameter und Modelle inklusive der Möglichkeit, die Bewegungsabläufe von mit zu geringer Framerate aufgenommenen Videos durch Frame-Interpolation flüssiger wirken zu lassen.

Vielfach vereinfacht

Beim Real Video Enhancer [6](#) handelt es sich um einen KI-Upscaler mit einer grafischen Oberfläche [7](#). Mit dem obsoleten Realvideo-Dateiformat hat das Programm



1 KI-Upscaling ([links](#)) liefert bei vierfacher Vergrößerung glatte Linien ohne Artefakte. Das wirkt präsentabler als beim Hochskalieren mit bilinearer Interpolation ([rechts](#)).

übrigens nichts zu tun, es unterstützt die gängigen Formate und Codecs. Die Software ist als Paket über das Flatpak-Standard-Repository verfügbar, das Sie mit dem Befehl aus der ersten Zeile von [Listing 2](#) einrichten. Mit den beiden folgenden Kommandos installieren Sie das Programm. Flatpak-typisch fällt dabei rund 1 Gigabyte Download-Volumen an, da neben den umfangreichen KI-Modellen auch noch eine Laufzeitumgebung eingerichtet wird.

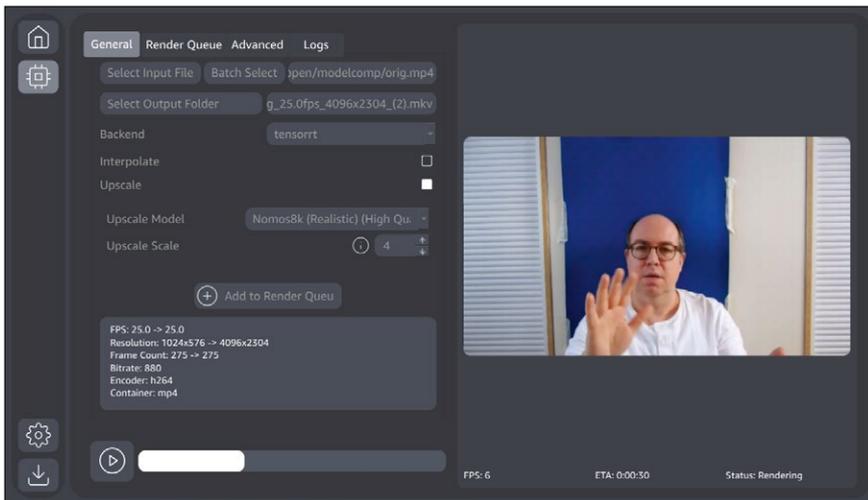
Real Video Enhancer lässt sich anschließend via Startmenü oder auf der Konsole mit dem Aufruf aus der letzten Zeile des Listings starten. Beim ersten Start öffnet sich die Download- und Installationsseite der Software (zweiter Reiter in der Auswahlleiste ganz rechts). Hier gilt es erst einmal, ein *Backend* herunterzuladen und zu kompilieren, sprich eine Lösung für die Einbindung der Grafikkarte, was

Listing 1: Video2x

```
$ sudo zypper in libfreetype6-2.13.3-lp156.233.1.x86_64.rpm
$ Video2X-x86_64.AppImage -l
$ Video2X-x86_64.AppImage -i test.mp4 -o up.mp4 -p realesrgan
--realesrgan-model realesrgan-plus -s 4 -w 3840 -h 2160
```

Listing 2: Real Video Enhancer

```
$ sudo flatpak remote-add --if-not-exists flathub https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo
$ sudo flatpak update
$ sudo flatpak install flathub io.github.tntwise.REAL-Video-Enhancer
$ flatpak run io.github.tntwise.REAL-Video-Enhancer
```



2 Die Video-Upscaling-Software Real Video Enhancer erledigt die Installation für gängige Grafikkarten per Mausklick. Auch sonst fällt die GUI des Programms handlich aus.

die Software per Knopfdruck erledigt. Zur Auswahl steht dafür unter anderem ein Vulkan-Backend, das immer dann funktionieren sollte, wenn Vulkan wie für Video2x beschrieben auf dem betreffenden System eingerichtet ist.

Leistungsfähiger ist das Backend auf der Basis des Machine-Learning-Frameworks PyTorch. Hier wählen Sie zunächst die passende Version und das richtige PyTorch-Backend aus: *CUDA* für Nvidia-GPUs, *ROCm* für AMD-Boards und *xpu* für Intel-Karten. Besitzer von Nvidia-Karten aus der GeForce-20-Serie ab dem Jahr 2019 installieren das noch schnellere Backend *TensorRT*.

Die KI-Modelle (*Models*) lädt das Programm bei der ersten Benutzung herunter, sie sind nur einige Megabytes groß. Wer diese Machine-Learning-Frameworks schon einmal in einer aktuellen Version von Hand installiert hat, weiß zu schätzen, wie viel Arbeit ihm das Programm hier abnimmt.

Im zweiten Reiter *Input* wählen Sie eine Eingabedatei aus und legen einen Ordner für die Ausgabe fest. Bei letzterem drohen für das Flatpak-Programm unter Umständen Probleme beim Schreibzugriff. Um eine in langwieriger Rechenzeit erstellte hochskalierte Videodatei dennoch

zu finden, falls sie nicht wie erwartet im Ausgabeverzeichnis erscheint, genügt ein Wechsel in den Reiter *Render Queue*. Dort erscheint unter *Finished Output Files* ein mit `/run/user/` beginnender Dateipfad. Das Video bleibt dort bis zum nächsten Reboot erhalten.

Nach Auswahl von Eingabedatei und Ausgabeverzeichnis aktivieren Sie die Kontrollkästchen *Upscale* und *Interpolate* oder zumindest eines davon. Die Interpolation erhöht die Bildrate pro Sekunde von Aufnahmen mit niedriger Bildfrequenz und sorgt für flüssigere Bewegungsabläufe. Wählen Sie für Videoaufnahmen ein mit *Realistic* gekennzeichnetes *Upscale*- und *Interpolate*-Modell.

Real Video Enhancer liefert drei Modelle für Videoaufnahmen und einige weitere für animierte Comics mit. Für Kameraaufnahmen optimiert sind *OpenProteus*, *Nomos8k* in Spielarten für qualitativ hochwertige, mittelmäßige und schlechte Aufnahmen sowie ein *RealisticVideo* genanntes Modell. Die *Nomos8k*- Fassungen unterscheiden sich darin, wie viel Bildrauschen und Kompressionsartefakte sie ignorieren, und liefern unterschiedlich scharfe Ergebnisse.

Es ist schwierig, die Qualitätsunterschiede der Modelle im gedruckten Heft darzustellen **3**, doch auf dem Bildschirm ergab sich im Test für das Video eines Gesichts vor blauem Hintergrund ein klarer Sieger: Das von 1024 x 576 auf das Vierfache skalierte Video liefert in der *OpenProteus*-Version die überzeugendste Bildschärfe. Das Ergebnis mit *Nomos8k* wirkt leicht unscharf, während *RealisticVideo* ein künstlich überzeichnetes Resultat berechnet. Allerdings bleibt diese Wertung subjektiv, zudem kann die Qualität für Videos mit anderen Bildinhalten auch einmal anders ausfallen.

Auch bei der Rechenzeit gibt es Unterschiede. Im Test skalierten wir einen Clip mit 11 Sekunden Dauer in der Auflösung 1024 x 576 auf das Vierfache hoch. Auf einer halbwegs aktuellen Nvidia-RTX-4070-Karte aus dem Leistungsmittelfeld dauerte dieser Vorgang unter Einsatz des schnellsten *TensorRT*-Backends mit dem *Nomos8k*-Modell (hohe Qualität) 7,44 Sekunden. Für dieselbe Arbeit vergingen mit dem *OpenProteus* schon 12,48 Sekunden, *RealisticVideo* lag mit 11,4 Sekunden nicht weit darunter.

Listing 3: Rauschen erzeugen

```
$ ffmpeg -i input.mp4 -vf noise=c0s=15:c0f=t+u output.mp4
```

Generell wirken per KI stark hochskalierte Videos unnatürlich glatt, denn bei der resultierenden Auflösung erkennbare Details wie die Hautstruktur fügen die simplen Modelle in Real Video Enhancer und Video2x nicht hinzu. Natürlich wirkende, um das Vierfache vergrößerte Aufnahmen mit Personen im Vordergrund gelingen so nicht. Bei verdoppelter Auflösung fällt der Effekt weniger auf.

Abmildern lässt sich die unnatürliche Glätte durch Hinzufügen eines kaum sichtbaren Rauschens, wie es der Ffmpeg-Aufruf aus [Listing 3](#) erzeugt.

Stabile Verhältnisse

Selbst bei bester Bildqualität bleibt ein verwackeltes Video unansehnlich. Es fällt schwer, ein unbequem zu greifendes Smartphone mit ruhiger Hand zu drehen oder auszurichten, ganz zu schweigen von Clips, die beim Laufen, Radfahren oder aus Fahrzeugen heraus entstehen. Nicht umsonst setzen Profis auf ergonomische Kameragriffe, oft in Kombination mit einer drehbaren Lagerung (Gimbal). Doch solche Vorrichtungen passen nicht in die Hosentasche.

Es gibt jedoch zwei technische Möglichkeiten, um Videos nachträglich zu stabilisieren. Um Verwackeln über reine Bildanalyse zu glätten, brauchen Sie nichts weiter als das Video selbst und Ffmpeg, das Schweizer Taschenmesser der Konsolenvideobearbeitung, allerdings in der Version aus dem Community-Repository Packman [\[1\]](#).

Der zweite, leistungsfähigere Ansatz besteht darin, die Gyroskopdaten des Handys parallel zum Video aufzunehmen und auf deren Basis die Bewegungen des Objektivs zu kompensieren. Dieses Verfahren verwenden auch sogenannte Action-Cams. Ein gewöhnliches Android-Smartphone und freie Software genügen jedoch schon. Da beide Verfahren zur Bewegungskompensation den Bildausschnitt verschieben, gehen zwangsläufig Bilddaten an den Rändern verloren.

Für die Bewegungskompensation mit Ffmpeg sind während der Aufnahme keine weiteren Vorkehrungen nötig. Aktivieren Sie auf Ihrem OpenSuse-System gegebenenfalls das Packman-Repository für die Vollversion von Ffmpeg mit dem Aufruf aus der ersten Zeile von [Listing 4](#).



3 Ein Einzelbild eines vierfach hochskalierten Videos in vierfacher Vergrößerung zeigt, dass der Clip bei *Nomos8k* (Mitte) etwas unscharf und bei *Realvideo* (rechts) überzeichnet scharf ausfällt. Bei *OpenProteus* (links) wirken Bild und Farben am natürlichsten.

Nach einem Update (Zeile 2) installieren Sie die korrekte Ffmpeg-Version (Zeile 3).

Die Stabilisierung erfordert zwei Durchläufe. Den ersten Analyseschritt startet das Kommando aus Zeile 4. Er erzeugt kein neues Video, sondern lediglich die Datei `video1.trf` mit den Ergebnissen der Bewegungsanalyse. Der Befehl aus Zeile 5 erstellt das stabilisierte Video `out_stabilized.mp4`. Außer dem `Vidstab`-Filter fügt dieser Aufruf noch eine leichte Unschärfe hinzu, wie es die Anleitung für `Vidstab` auf der Github-Seite der Software [\[2\]](#) empfiehlt.

Die Standardeinstellungen eignen sich für typische aus der Hand geschossene Handy-Videos. Hat die Kamera beim Radfahren oder im Bus besonders stark gezittert, dann hilft es, im Analyseschritt den Parameter `shakiness` vom Standardwert 5 auf den Höchstwert 10 zu setzen (Zeile 6). Dabei ist das Grundmuster der Parameterangabe bei Ffmpeg zu beachten: Auf den Basisparameter `vidstabdetect` folgen nach einem Gleichheitszeichen weitere Einstellungen in der Form `a=x:b=y`. Wichtig ist die `smoothing`-Ein-

Listing 4: Ffmpeg

```
01 $ sudo zypper addrepo -cfp 90 'https://ftp.gwdg.de/pub/linux/misc/
02 packman/suse/openSUSE_Leap_$releasever/' packman
03 $ sudo zypper update
04 $ sudo zypper in ffmpeg-7
05 $ ffmpeg -i original.mp4 -vf vidstabdetect=result="video1.trf" -f
06 null -
07 $ ffmpeg -i original.mp4 -vf vidstabtransform=input="video1.
08 trf",unsharp=5:5:0.8:3:3:0.4 out_stabilized.mp4
09 $ ffmpeg -i original.mp4 -vf vidstabdetect=shakiness=10:result=
10 "video1.trf" -f null -
11 $ ffmpeg -i original.mp4 -vf vidstabtransform=input="video1.trf":
12 smoothing=20",unsharp=5:5:0.8:3:3:0.4 out_stabilized.mp4
```



4 Gyroflow nutzt die auf dem Smartphone aufgezeichneten Daten des Gyroskop-sensors (Kurven unten), um Kamerabewegungen herauszurechnen.

stellung beim zweiten Render-Schritt. Die Videostabilisierung wirkt wie ein Öldämpfer für Kamerabewegungen und filtert schnelle Spitzen heraus. Ein höherer smoothing-Faktor dämpft stärker, schneidet jedoch einen breiteren Randbereich ab. Die Eingabe aus Zeile 7 verdoppelt den Standarddämpfungsfaktor von 10.

In Zusammenhang damit steht der Parameter `optzoom`. In der Standardeinstellung 1 macht er einen Kompromiss zwischen der Größe des durch ausgleichende Verschiebung des Ausschnitts verlorenen Bildrands und dem Auftauchen störender schwarzer Ränder. Nur bei stärksten Ausschlägen kann ein Rand kurz im Bild sichtbar sein. Die Einstellung `optzoom=2` verhindert das auf Kosten eines breiter abgeschnittenen Bereichs.

Kreiselinstrument

Die `Vidstab`-Funktion von `Ffmpeg` ist eine wirkungsvolle Methode, um verwackelte

Videos präsentabel aufzubereiten. Stärkere Schwingungen verschwinden in der Regel nicht ganz. Exakter und verlässlicher arbeitet die Videostabilisierung auf Basis der Gyroskop-Daten des Smartphones. Dieses Verfahren beherrscht die PC-Anwendung Gyroflow [4](#). Sie installieren sie unter Leap aus dem OpenSuse-Build-Service (Listing 5).

Auf dem Smartphone brauchen Sie zusätzlich eine App zum Aufzeichnen der Bewegungsdaten parallel zum Video. Am besten eignet sich dafür unter Android `OpenCamera-Sensors` [5](#), eine Spielart der `Open-Camera-App` [5](#). Zwar dümpelt das Programm schon seit drei Jahren ohne Update vor sich hin, bietet aber dennoch mehr für die Videoaufnahme als die meisten bei Smartphones mitgelieferten Kamera-Apps. Außerdem ist bei ihr die bereits auf dem Smartphone stattfindende Bewegungskompensation ausgeschaltet, die eine Korrektur in Gyroflow sabotieren würde.

Standardmäßig legt `OpenCamera-Sensors` Daten im Verzeichnis `DCIM/OpenCamera/` ab. Parallel zu einer Videodatei erstellt es einen gleichnamigen Ordner, in dem es die Bewegungsdaten speichert. Damit Gyroflow sie lädt, genügt es, die Videodatei und den zugehörigen Ordner auf den PC zu übertragen [6](#).

Gyroflow steht für OpenSuse in einer aktuellen Version in einem Community-Repository zur Verfügung. Unter Wayland bleibt das Anwendungsfenster allerdings leer, es sei denn, der Start erfolgt auf der Konsole unter Angabe des Parameters `QT_QPA_PLATFORM=xcb gyroflow`.

Bevor die Software Bildkorrekturdaten errechnet, ist eine Kalibrierung erforderlich, weil die Relation zwischen Bewegungsdaten und Bildschwenk von der Brennweite der Optik und weiteren Faktoren abhängt. Diese Daten nennt Gyroflow *Linsenprofil*. Profile für gängige Mobiltelefone fördert die Suchfunktion im *Linsenprofil*-Unterfenster links in der Mitte des Programmfensters zutage.

Findet sich kein Linsenprofil für Ihr Smartphone, dann erstellt es der Button *Erzeugen*. Der Dialog *Linsen-Kalibrierung* enthält den Link auf eine Internetseite, die das Vorgehen detailliert und verständlich erläutert. Dazu müssen Sie ein Schachbrettmuster filmen, das der Dialog anzeigt, und genau wie später die zu

Listing 5: Gyroflow

```
$ zypper addrepo https://download.opensuse.org/repositories/home:adrianSuSE/15.6/home:adrianSuSE.repo
$ zypper update
$ sudo zypper in gyroflow gyroflow-lens_profiles
```

stabilisierenden Videoda-teien in das Gyroflow-Fenster ziehen. Das Kalibrieren dauert nur wenige Minuten. Die Profile funktionieren auch für Aufnahmen mit anderen Auflösungen, solange das Seitenverhältnis übereinstimmt.

Haben Sie die mit OpenCamera-Sensors angefertigten Videoaufnahme samt zugehörigem Unterordner mit den Bewegungsdaten auf den PC kopiert, genügt es, sie auf den Hauptschirm des Gyroflow-Fensters zu ziehen. Das Programm lädt die Bewegungsdaten automatisch. Nun fehlt nur noch ein Klick auf den Button *Auto Sync*, der Bewegungsdaten und Videoaufnahmen anhand von markanten Punkten im Video zeitlich korreliert. Die Dokumentation nennt weitere Apps für iPhones sowie Kameras mit eingebauten Sensoren.

Dann können Sie das Video bereits mit den Player-Buttons unten abspielen. Die Standardeinstellung zeigt das stabilisierte Video. Die Schaltfläche *Stabilisierungsansicht Umschalten* ganz links in der rechts unter dem Player angeordneten Schalterleiste blendet die bei der Bewegungskompensation abgeschnittenen Randbereiche ein und zeigt so das Stabilisierungsverfahren.

Die Videostabilisierung mit Gyroflow erfordert mit ihrer Kalibrierung und der zum Aufzeichnen der Bewegungsdaten erforderlichen Smartphone-App mehr Aufwand als die Stabilisierung mit Ffmpeg, liefert aber bessere Ergebnisse und bietet mehr Möglichkeiten. So dämpft das Programm ein Verwackeln und stabilisiert auf Basis der Daten des Mobiltelefons den Horizont. Dabei rechnet Gyroflow ein seitliches Kippen des Bilds vollständig heraus, statt die Drehung einfach nur zu glätten. So gelingen Aufnahmen, wie sie sonst nur mit drehbar aufgehängten Kameras möglich sind.



5 OpenCamera-Sensors zeichnet die Daten des Bewegungssensors im Smartphone parallel zur Videoaufnahme auf.

Mit seiner Autosync-Funktion arbeitet Gyroflow auch mit Kameras ohne eigenen Bewegungssensor zusammen. Ein an der Kamera befestigtes Smartphone zeichnet die Gyroskopdaten auf. Es macht nichts, wenn die Aufzeichnung von Bewegungsdaten und Video nicht synchron startet. Gyroflow kommt sogar damit klar, dass die Smartphone-Linse nicht in dieselbe Richtung zeigt wie die Videokamera. Die Dokumentation [nennt Apps für Android und iOS](#), die Bewegungsdaten mitschreiben.

Fazit

Verwackelte, in niedriger Auflösung oder geringer Framerate vorliegende, durch Sensorrauschen oder Kompressionsartefakte verunstaltete Videos lassen sich mit einer KI-basierten Upscale-Software oder einer Videostabilisierung oft retten. Die hier für diesen Zweck vorgestellten Werkzeuge gefallen im Gebrauch und nehmen dem Anwender mühsame Handarbeit ab. (uba) ■

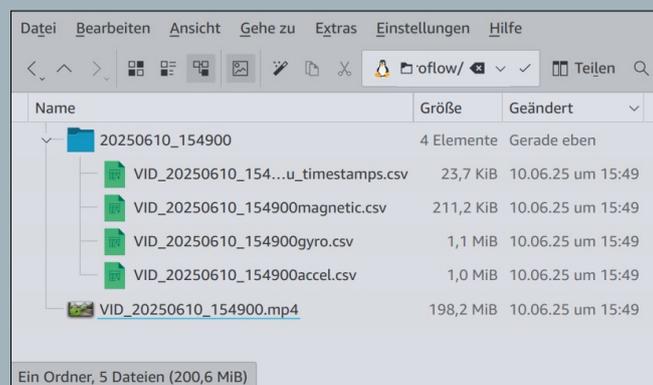
Dateien zum Artikel heruntergeladen unter

www.linux-user.de/dl/52010



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/52010



6 Um Daten von OpenCamera-Sensors in Gyroflow zu nutzen, sind Video und der gleichnamige Ordner auf den PC zu kopieren.



© Grapix / 123RF.com

Ausdrucksstarke Graustufenbilder mit Gimp gestalten

Zeitlos schön

Schwarz-Weiß-Bilder haben ihren besonderen Charme, da sie die Aufmerksamkeit des Betrachters auf das Wesentliche fokussieren und Unwichtiges weglassen. Claudia Meindl

README

Graustufen verleihen Bildern mitunter ein besonderes Flair, da sie den Fokus auf Formen und Schatten lenken. Gimp bietet eine Reihe nützlicher Instrumente, mit denen Sie beeindruckende Ergebnisse erzielen.

Tipps zum Verwenden von Graustufen als gestalterisches Element stellten wir schon einige Male in den Gimp-Tipps vor. Die Reduktion auf Schwarz, Weiß und deren Zwischenstufen eignet sich hervorragend, um damit zahlreiche Fotomotive aufzuwerten. In der Fotografie kommen Graustufen bevorzugt zum Einsatz, um den Blick auf Formen, Licht und Schatten zu lenken. Im Druckwesen sparen Graustufenbilder Kosten und verbessern die Lesbarkeit von Text. Im Webdesign nutzt man sie sowohl für ein minimalistisches, modernes Erscheinungsbild

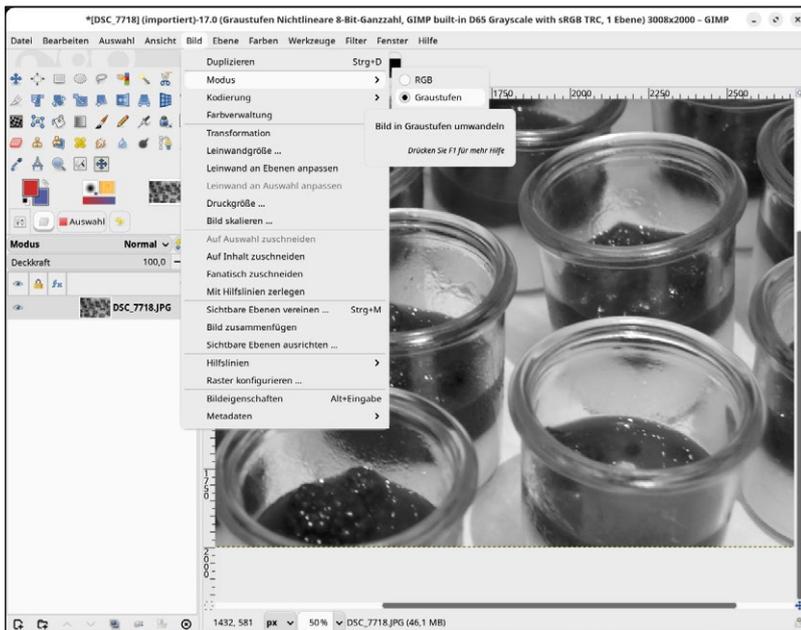
als auch zum Verbessern der Zugänglichkeit für Menschen mit Sehbehinderung.

Heute geben wir einen Einblick in die Arbeit mit Graustufenbildern in Gimp. Wir stellen drei Wege vor, wie Sie unkompliziert ein Farbbild in eine Graustufen Ausgabe umwandeln. Sie erfahren, welche Faktoren die Darstellung von Graustufen beeinflussen und lernen die Graustufentechnik Duplex kennen. Außerdem erhalten Sie Tipps zu Nacharbeiten wie dem geeigneten Dateiformat, dem Anpassen von Kontrast und Helligkeit sowie dem Nachschärfen.

Graustufenmodus

Der einfachste Weg zum Umwandeln eines Bilds in Graustufen ist das direkte Konvertieren über den Menüpunkt *Bild | Modus | Graustufen* **1**. Basierend auf den ursprünglichen Farbinformationen berechnet Gimp dabei automatisch die entsprechenden Graustufenwerte.

Anstatt direkt in den Graustufenmodus zu wechseln, erstellen fortgeschrittene Anwender ein individuelles Graustufenbild mithilfe der einzelnen Farbkanäle (Rot, Grün, Blau). Öffnen Sie dazu den



1 Am schnellsten erzeugen Sie ein Graustufenbild über *Graustufen* im Menü.

Kanalmixer über *Farben | Komponenten | Kanalmixer*. Mit Gimp 3 änderte sich das Erscheinungsbild des Dialogs deutlich: Bei den Vorgängerversionen ließ sich mittels Regler jeweils ein Farbkanal anpassen, nun existieren pro Farbkanal drei Regler, die ein differenzierteres Anpassen der einzelnen Kanäle erlauben **2**.

Auf diese Weise bekommen Sie zwar eine bessere Kontrolle über das Ergebnis, benötigen aber auch viel mehr Erfahrung im Umgang mit dem Dialog. Um ein passendes Graustufenbild zu erzeugen, müssen Sie ein wenig mit den Reglern experimentieren. Ein Standardvorgehen, mit dem Sie schnelle Ergebnisse erzielen, gibt es an dieser Stelle nicht. Daher empfehlen wir, mit der *Vorschau* zu arbeiten und in jedem Fall die Option *Ansicht teilen* zu aktivieren.

Grau einfärben

Die dritte Möglichkeit für die Umwandlung ist der Dialog *Farben | Entsättigen | Grau einfärben*. Relevant sind dabei die Regler *Radius*, *Muster* und *Iterationen* **3**.

Welche Farben Gimp welchen Grauwerten zuordnet, steuern Sie über den *Radius*. Je höher der Wert, desto mehr Pixel werden in die Farbvergabe einbezogen. Mit dem Regler *Muster* stellen Sie die Anzahl der verwendeten Messpunkte

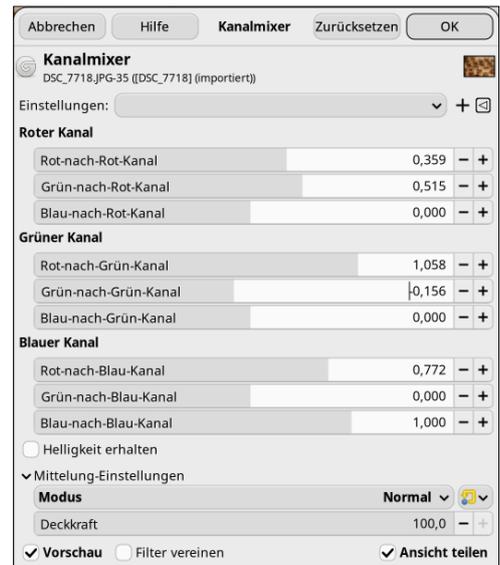
ein, die in die Farbwahl einfließen. Je höher Sie den Wert für *Iterationen* setzen, desto weniger Bildrauschen erzeugt das Konvertieren. Der Einsatz dieses Reglers erfordert bei hohen Werten jedoch eine entsprechende Rechnerleistung.

Duplex-Effekt

Den Duplex-Effekt kennt man auch unter dem Namen Duotone-Effekt. Dabei handelt es sich um ein Graustufenbild, das mittels einer farbigen Ebene eine zusätzliche Schmuckfarbe erhält. Das Ziel besteht darin, dem Motiv je nach Farbwahl einen besonderen Look zu verleihen.

Öffnen Sie ein Bild und erzeugen Sie daraus ein Graustufenbild. Nutzen Sie dazu eine der in diesem Artikel vorgestellten Konvertierungstechniken.

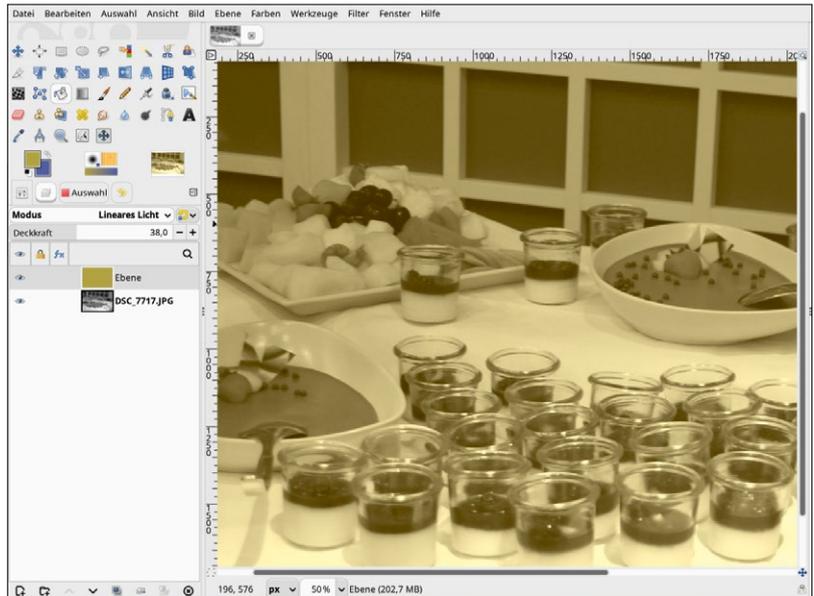
Da wir in den folgenden Schritten mit Farben arbeiten, ist es wichtig, für das Bild den RGB-Farbraum zu verwenden. Ist das nicht der Fall, wandeln Sie es via *Bild | Modus | RGB* entsprechend um. Wählen Sie im Werkzeugkasten mit einem Klick auf die *Vordergrundfarbe* über den Farbauswahldialog *Vordergrundfarbe ändern* eine beliebige Farbe aus. Erstellen Sie dann über *Ebene | Neue Ebene* eine neue Ebene mit der Füllung *Vordergrundfarbe*. Achten Sie darauf, dass sie sich an der obersten Position im Ebe-



2 Der neu gestaltete Dialog *Kanalmixer* in Gimp 3 ermöglicht individuelle Graustufenbilder, erfordert jedoch Experimentierfreude.



3 Der Dialog *Grau einfärben* bietet einen guten Mittelweg zum Erzeugen von Graustufenbildern. Er liefert schnelle Ergebnisse und erlaubt, Einfluss auf das Ergebnis zu nehmen.



4 Graustufenbilder eignen sich ideal als Ausgangsbasis für den Duplex-Effekt. Dieser lässt sich mittels farbiger Ebene relativ einfach erzeugen.

nenstapel befindet. Für den Duplex-Effekt ist es notwendig, den Ebenenmodus der obersten Ebene sowie deren *Deckkraft* entsprechend anzupassen. Empfehlenswerte Modusoptionen sind zum Beispiel *Nachbelichten*, *Überlagern* oder *Lebhaftes Licht* **4**. Probieren Sie unterschiedliche Auswahloptionen aus und vergleichen Sie die Ergebnisse solange, bis Ihnen die erzielte Bildwirkung zusagt.

Dateiformat beachten

Neben dem Speichern im Gimp-eigenen Format XCF empfehlen wir zum Erhalten der bestmöglichen Qualität des Graustufenbilds den Export ins Dateiformat PNG, das sich auch gut für die Anwendung im Internet eignet. Das bei Fotografen und in der Druckvorstufe beliebte, weil verlustfreie Bildformat TIFF bietet sich optional an, erzeugt jedoch sehr große Dateien.

Speichern Sie Graustufenbilder im JPEG-Format, erhalten Sie wegen der unterschiedlichen Kompressionsstufen deutlich sichtbare Qualitätsverluste. Darum ist dieses Format nicht empfehlenswert, obwohl die Dateigröße hier viel kleiner ausfällt als bei den anderen genannten Dateiformaten. Da viele Digitalkameras Bilder als JPEG

ausgeben, empfehlen wir Ihnen, solche Fotos zunächst in ein besser geeignetes Dateiformat zu konvertieren, etwa über *Datei | Kopie speichern*. In der Regel gelingt das Konvertieren problemlos und ohne Qualitätsverlust.

Feintuning

Zu den abschließenden Arbeiten beim Erzeugen von Graustufenbildern gehört das Anpassen von Kontrast und Helligkeit, was das Ergebnis erheblich verfeinern kann. Am einfachsten klappt das über *Farben | Helligkeit/Kontrast | Helligkeit und Kontrast anpassen* **5**.

Der Regler *Helligkeit* dunkelt das Bild ab, wenn Sie ihn nach links bewegen, und hellt es auf, je weiter sie ihn nach rechts schieben. Analog dazu funktioniert *Kontrast*. Steht der Regler im linken Bereich, wird er reduziert, das Ergebnis wirkt flau. Befindet sich der Regler im rechten Areal, verstärkt sich der Kontrast entsprechend der Einstellung.

Ein leichtes Scharfzeichnen verhilft dem Bild zu mehr Details. Für ein natürliches Ergebnis nutzen Sie den Effekt *Filter | Verbessern | Schärfen (Unschärf maskieren)*. Um Artefakte möglichst zu vermeiden, erhöhen Sie die Werte für *Radius* und *Menge* nur geringfügig, den *Schwellwert* lassen Sie unverändert. (tle) ■



5 Beim Anpassen des Kontrasts und der Helligkeit nutzen Sie die praktische Option *Vorschau*.

PROBELESEN OHNE RISIKO

TESTEN SIE JETZT 3 AUSGABEN FÜR 19 €

OHNE DVD 15 €



Abo-Vorteile

42% Rabatt

- Günstiger als am Kiosk
- Versandkostenfrei
bequem per Post
- Pünktlich und aktuell
- Keine Ausgabe verpassen



**SICHERN SIE SICH
JETZT IHR GESCHENK!**

EIN AMAZON-GUTSCHEIN ÜBER 5,00 €

Telefon: 0911 / 993 990 98 E-Mail: computec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.linuxuser.de

COMPUTEC

marquard group

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA GROUP AG
Verleger: Jürg Marquard

Redaktion/Verlag	Computec Media GmbH Redaktion LinuxUser Dr. -Mack-Strasse 83 90762 Fürth Telefon: (0911) 2872-110 E-Mail: redaktion@linux-user.de Web: www.linux-user.de
Geschäftsführer	Rainer Rosenbusch
Chefredakteur, Brand/Editorial Director	Jörg Luther (jlu, v. i. S. d. P.), joerg.luther@computec.de
Stellv. Chefredakteurin Strategy & Operations	Carina Schipper (csi), carina.schipper@computec.de
Redaktion	Uli Bantle (uba), ulrich.bantle@computec.de Thomas Leichtenstern (tle), thomas.leichtenstern@computec.de
Linux-Community Datenträger	Jörg Luther, joerg.luther@computec.de Thomas Leichtenstern (tle), cdredaktion@linux-user.de
Ständige Mitarbeiter	Erik Bärwaldt, Hans-Georg Eßer, Peter Kreußel, Claudia Meindl, Thomas Reuß, Tim Schürmann (tsc), Anna Simon, Daniel Tibi, Ferdinand Thommes, Uwe Vollbracht, David Wolski (dwo)
Titel & Layout	Titel: Judith Erb Titelmotiv: Maxim Popov/123RF.com Layout: Judith Erb
Sprachlektorat	Stefan Gneiting, Astrid Hillmer-Bruer, Sabine Schmitt
Produktion	Martin Clossmann (Ltg.), martin.clossmann@computec.de Uwe Hönig, uwe.hoenig@computec.de
Anzeigen	Verantwortlich für den Anzeigenteil: Bernhard Nusser Es gilt die Anzeigenpreisliste vom 01.01.2024.
Mediaberatung D/A/CH	Bernhard Nusser, bernhard.nusser@computec.de Tel.: (0911) 2872-254, Fax: (0911) 2872-241
Mediaberatung UK/USA	Brian Osborn, bosborn@linuxnewmedia.com
New Business	Viktor Eippert (Project Manager)
E-Commerce & Affiliate	Daniel Waadt (Head of E-Commerce & Affiliate), Veronika Maucher, Andreas Szedlak, Frank Stöwer
Abo	Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH Leserservice Computec 20080 Hamburg Deutschland
Einzelhefte und Abo-Bestellung	https://shop.computec.de
Leserservice Deutschland	Ihre Ansprechpartner für Reklamationen und Ersatzbestellungen E-Mail: computec@dpv.de Tel.: (0911) 99 39 90 98 Fax: (01805) 861 80 02* (* 0,14 €/min via Festnetz, max. 0,42 €/min via Mobilnetz)
Österreich, Schweiz und weitere Länder	E-Mail: computec@dpv.de Tel.: +49 911 99399098 Fax: +49 1805 8618002
Supportzeiten	Montag 07:00 – 20:00 Uhr, Dienstag – Freitag: 07:30 – 20:00 Uhr, Samstag 09:00 – 14:00 Uhr
Pressevertrieb	DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG Meßberg 1, 20086 Hamburg http://www.dermedienvertrieb.de
Druck	EDS Zrínyi Zrt., Nádás utca 8, 2600 Vác, Ungarn
ISSN	1615-4444



marquard
group

Deutschland:

4PLAYERS, AREAMOBILE, BUFFED, GAMESWORLD, GAMESZONE, GOLEM,
LINUX-COMMUNITY, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, N-ZONE, GAMES AKTUELL, PC GAMES,
PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 4, RASPBERRY PI GEEK, VIDEOGAMESZONE

Marquard Media Hungary:

JOY, JOY-NAPOK, INSTYLE, SHOPPIEGO, APA, ÉVA, GYEREKLÉLEK, FAMILYHU, RUNNER'S WORLD

ABONNEMENT

Probeabo (3 Ausgaben)	Deutschland	Österreich	Schweiz
No-Media-Ausgabe	15,00 €	15,00 €	15,00 €
DVD-Ausgabe	19,00 €	19,00 €	19,00 €
Jahres-Abo (12 Ausgaben)	Deutschland	Österreich	Schweiz
No-Media-Ausgabe	91,00 €	99,00 €	106,00 €
DVD-Ausgabe	112,00 €	120,00 €	127,00 €
Jahres-DVD zum Abo *	6,70 €	6,70 €	6,70 €
Preise Digital	Deutschland	Österreich	Schweiz
Heft-PDF Einzelausgaben Digital	8,50 €	8,50 €	8,50 €
Digital-Abo (12 Ausgaben)	84,99 €	84,99 €	84,99 €
Kombi Digital + Print (No-Media-Ausgabe, 12 Ausgaben)	103,00 €	111,00 €	118,00 €
Kombi Digital + Print (DVD-Ausgabe, 12 Ausgaben)	124,00 €	132,00 €	139,00 €

Die Probe-, Jahres- und Digital-Abos erhalten Sie in unserem Webshop unter <https://shop.computec.de>. Die Auslieferung erfolgt versandkostenfrei.

(*) Nur erhältlich in Verbindung mit einem Jahresabonnement der Printausgabe von LinuxUser.

Internet	https://www.linux-user.de
News und Archiv	https://www.linux-community.de
Facebook	https://www.facebook.com/linuxuser.de

Schüler- und Studentenermäßigung: 20 Prozent gegen Vorlage eines Schülerausweises oder einer aktuellen Immatrikulationsbescheinigung. Der aktuelle Nachweis ist bei Verlängerung neu zu erbringen. Andere Abo-Formen, Ermäßigungen im Ausland etc. auf Anfrage. Adressänderungen bitte umgehend beim Kundenservice mitteilen, da Nachsendeaufträge bei der Post nicht für Zeitschriften gelten.

Rechtliche Informationen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus.

Haben Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen, dann bitten wir Sie, uns das schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inklusive der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services, Franziska Behme, Verlagsanschrift (siehe oben links).

Linux ist ein eingetragenes Warenzeichen von Linus Torvalds und wird von uns mit seiner freundlichen Genehmigung genutzt. Der Linux-Pinguin wurde von Larry Ewing mit dem Pixelgrafikprogramm »The GIMP« erstellt.

Raspberry Pi und das Raspberry-Pi-Logo sind eingetragene Warenzeichen der Raspberry Pi Foundation und werden von uns mit deren freundlicher Genehmigung genutzt.

»Unix« verwenden wir als Sammelbegriff für die Gruppe der Unix-ähnlichen Betriebssysteme (wie beispielsweise HP/UX, FreeBSD, Solaris, u.a.), nicht als Bezeichnung für das Trademark »UNIX« der Open Group.

Eine Haftung für die Richtigkeit von Veröffentlichungen kann – trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion – vom Verlag nicht übernommen werden.

Mit der Einsendung von Manuskripten oder Leserbriefen gibt der Verfasser seine Einwilligung zur Veröffentlichung in einer Publikation der COMPUTEC MEDIA. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen.

Autoreninformationen finden Sie unter <http://www.linux-user.de/Autorenhinweise>.

Die Redaktion behält sich vor, Einsendungen zu kürzen und zu überarbeiten. Das exklusive Urheber- und Verwertungsrecht für angenommene Manuskripte liegt beim Verlag. Es darf kein Teil des Inhalts ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form vervielfältigt oder verbreitet werden.

LinuxUser Community Edition

LinuxUser gibt es auch als Community-Edition: Dabei handelt es sich um eine rund 30-seitige PDF-Datei mit ausgewählten Artikeln aus der aktuellen Ausgabe, die parallel zur Veröffentlichung des gedruckten Hefts erscheint.

Die kostenlose Community-Edition steht unter einer Creative-Commons-Lizenz, die es erlaubt, das Werk zu vervielfältigen, zu verbreiten und öffentlich zugänglich machen. Sie dürfen die LinuxUser Community-Edition also beliebig kopieren, gedruckt oder als Datei an Freunde und Bekannte weitergeben, auf Ihre Website stellen – oder was immer Ihnen sonst dazu einfällt. Lediglich bearbeiten, verändern oder kommerziell nutzen dürfen Sie sie nicht. Darum bitten wir Sie im Sinn des „fair use“. Weitere Informationen finden Sie unter: <http://linux-user.de/CE>

Probleme mit den Datenträgern

Falls es bei der Nutzung der Heft-DVDs zu Problemen kommt, die auf einen defekten Datenträger schließen lassen, dann schicken Sie bitte eine E-Mail mit einer genauen Fehlerbeschreibung an die Adresse computec@dpv.de. Wir senden Ihnen dann umgehend kostenfrei einen Ersatzdatenträger zu.

README

In jedem Artikel in diesem Heft liefern spezielle Auszeichnungen und grafische Elemente wichtige Zusatzinformationen zum Text.

Der Mensch lebt nicht vom Text allein: Zu jedem Artikel in diesem Heft gehören eine Reihe von Zusatzinformationen, die das bloße Narrativ um weiterführende Inhalte ergänzen. Manche davon integrieren sich direkt in den Textfluss, andere stehen als gesonderte grafische Elemente in der sogenannten Marginalspalte, also dem teilweise freien Bereich an der rechten beziehungsweise linken Seitenkante.

Typografische Konventionen

Eine blaue Einfärbung hebt Verweise auf Tabellen und Kästen hervor: siehe Kasten *Kastentitel*. Die Kursivierung signalisiert hier wie in vielen anderen Fällen eine symbolische Bezeichnung; in einem Codebrocken könnte das etwa so aussehen:

```
$ cat "EinLängererTextbrocken" >> Ausgabe.txt
```

Der „Umbruchhaken“ am Ende der ersten Zeile des Codes verweist hier darauf, dass es sich in diesem Fall eigentlich um eine einzige Eingabezeile handelt, die nur aus Platzgründen im Druck umgebrochen werden musste.

Die Kursivierung kann neben Platzhaltern auch andere Elemente bezeichnen, wie Paketnamen und Benutzerkonten, beispielsweise *build-essential* und *root*. Aber auch Menüpunkte drucken wir kursiv ab, wobei in Menüfolgen eine Pipe die einzelnen Elemente trennt: *Sonstiges | Textkodierung | Unicode*.

Gelegentlich begegnen Ihnen in den Artikeln auch orangefarbig hinterlegte Textstellen. Sie verweisen auf ein **Glossar**, das den markierten Begriff kurz erläutert. Sie finden den Glossartext dann in einer der Marginalspalten.

Tasten und Tastenfolgen

Ein Buchstabe oder eine Buchstabenfolge in eckigen Klammern, wie [Esc], steht symbolisch für einen Tastendruck. Dabei dient als Schreibweise grundsätzlich die Beschriftung der Tasten einer deutschen Tastatur. Ein Druck auf [T] erzeugt also ein kleines „t“, die Kombination [Umschalt]+[T] ein großes „T“.

Dabei signalisiert das Pluszeichen zwischen Tasten, dass man sie gleichzeitig drücken muss, ein Komma dagegen, dass sie nacheinander betätigt werden müssen. Das allseits beliebte Copy & Paste gelingt also mit [Strg]+[C], [Strg]+[V].

Lesen Sie etwas von der Super-Taste, handelt es sich dabei um die eigentlich korrekte Bezeichnung der Taste, die in Microsoft-Umgebungen „Windows-Taste“ heißt und auf der bei vielen Tastaturen das entsprechende Logo prangt.

Infos und Downloads

An einzelnen Stellen im Text finden Sie das Zeichen , das auf eine weiterführende Information verweist. Um an die Links zum Artikel zu gelangen, blättern Sie ans Ende des Artikels, wo Sie einen Kasten **Weitere Infos und interessante Links** finden. Entweder tippen Sie die dort angegebene URL www.linux-user.de/qr/Nummer in einen Webbrowser ein – das führt Sie auf eine Webseite mit allen Links zum Artikel –, oder Sie scannen mit



Glossar Nähere Definition zum Verständnis eines Begriffs oder einer Abkürzung.

dem Smartphone oder Tablet den im Kasten abgedruckten QR-Code ein und surfen so direkt zur Seite mit den Links.

Analog funktioniert der Kasten **Dateien zum Artikel heruntergeladen unter** mit der URL www.linux-user.de/dl/Nummer. Er bringt Sie auf eine Webseite, die auf interessante Downloads zum Artikel verweist. (Das Exemplar unten links dient nur als Beispiel und führt ins Nirgendwo.)

Heft-DVD

Die preisgünstigere No-Media-Edition von LinuxUser kommt ohne Datenträger, doch die meisten Leser bevorzugen die am Kiosk erhältliche Ausgabe mit Heft-DVD. Bei Artikeln, zu denen Inhalte auf der DVD gehören, finden Sie auf der ersten Doppelseite einen grauen „Halbkreis mit Loch“ (siehe oben), der eine optische Disk symbolisiert. Der Text darunter bezeichnet den zugehörigen DVD-Inhalt und nennt gegebenenfalls auch das Verzeichnis, in dem sich dieser auf dem Datenträger befindet. (jlu) 

Dateien zum Artikel
herunterladen unter

www.linux-user.de/dl/52004



Weitere Infos und
interessante Links

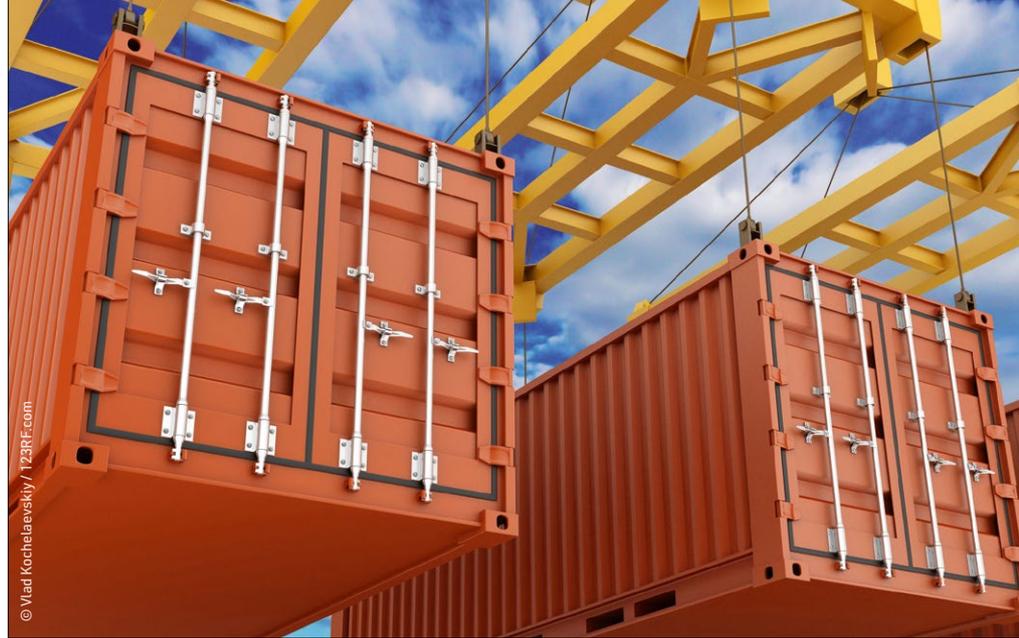
www.linux-user.de/52004

Vorschau auf 09/2025

Die nächste Ausgabe
erscheint am 15.08.2025

Containerisierung

Längst haben Container den Weg aus den Rechenzentren auf den heimischen Desktop gefunden. Sie bieten eine probate Möglichkeit, Dienste unter die eigene Kontrolle zu bringen und ungewollten Datenabfluss zu verhindern. Als Verwaltungswerkzeug hat sich das auf der Kommandozeile heimische Tool Docker etabliert, dessen Bedienung sich schnell erlernen lässt. Wir zeigen, wie Sie Docker einrichten und konfigurieren und wie Sie mit Docker Compose Ihre Container ausrollen und verwalten. Außerdem stellen wir Ihnen handliche grafische Oberflächen für den Containermanager vor.



Yunohost 12

Das manuelle Einrichten von Serverdiensten unter Linux gerät zuweilen zur kniffligen Geduldprobe. Mit Yunohost dagegen installieren und konfigurieren Sie Hunderte vorbereitete Dienste dank des durchdachten Konzepts mit wenigen Mausklicks. Wir sehen uns die brandneue Version 12 des Servers genauer an.

The Operator

Im Indie-Game „The Operator“ schlüpfen Sie in die Rolle des Analysten Evan Tanner, der Agenten der Bundespolizei vom PC aus bei ihrer Arbeit unterstützt. Dabei hat er mit Hackerangriffen, Sabotage, fehlenden Akten und manipuliertem Beweismaterial zu kämpfen. Herausfordernde Rätsel sorgen für viel Spielspaß.

Die Redaktion behält sich vor, Themen zu ändern oder zu streichen.



Heft als DVD-Edition

- 108 Seiten Tests und Workshops zu Soft- und Hardware
- 2 DVDs mit Top-Distributionen sowie der Software zu den Artikeln. Mit bis zu 18 GByte Software das Komplettpaket, das Unmengen an Downloads spart



Heft als No-Media-Edition

- Preisgünstige Heftvariante ohne Datenträger für Leser mit Breitband-Internet-Anschluss
- Artikelumfang identisch mit der DVD-Edition: 108 Seiten Tests und Workshops zu aktueller Soft- und Hardware



Community-Edition-PDF

- Über 30 Seiten ausgewählte Artikel und Inhaltsverzeichnis als PDF-Datei
- Unter CC-Lizenz: Frei kopieren und beliebig weiter verteilen
- Jeden Monat kostenlos per E-Mail oder zum Download



DVD-Edition (10,99 Euro) oder No-Media-Edition (8,99 Euro)
Einfach und bequem versandkostenfrei bestellen unter:

<http://www.linux-user.de/bestellen>



Jederzeit gratis heruntergeladen unter:

<http://www.linux-user.de/CE>

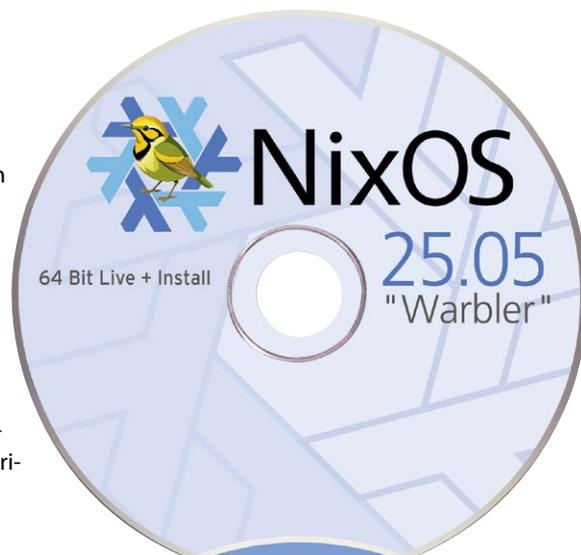
Neues auf der Heft-DVD

Die Heft-DVD liegt ausschließlich der LinuxUser DVD-Edition bei.

NixOS 25.05 „Warbler“

Bei NixOS handelt es sich um ein eigenständiges System, das auf dem Nix-Paketmanager basiert und einen deklarativen und reproduzierbaren Ansatz zur Systemkonfiguration verfolgt. Jede Systemänderung wird atomar vorgenommen, was Rollbacks erheblich erleichtert und für eine sehr hohe Zuverlässigkeit sorgt. Die Konfiguration eines NixOS-Systems besteht aus einer einzelnen Datei, die das gesamte System beschreibt. Seine Beliebtheit belegt das System durch den Rang 14 bei Distro-

watch. Gegenüber der Vorgängerversion bringt das aktuelle Release einige wichtige Neuerungen: Es hebt PostgreSQL von Version 15 auf 16 und das Python-Framework von 3.11 auf 3.12. Zudem gibt es Aktualisierungen bei den Desktop-Umgebungen Gnome und KDE, zahlreiche Paket-Updates sowie Verbesserungen der Infrastruktur, die die Stabilität verbessern. Sie booten die Live-Distribution über den Datenträger, das ISO-Image finden Sie im Verzeichnis `isos/`.



AnduinOS 1.3.2

Die von einem Microsoft-Softwareingenieur entwickelte, auf Ubuntu basierende Distribution lehnt sich optisch und teils auch technisch stark an Windows 11 an. Auf diese Weise soll sie Ein- und Umsteiger aus der Windows-Welt für sich gewinnen. Das schlanke System verwendet als Desktop eine angepasste Gnome-Umgebung und setzt unter anderem für das Paketmanagement auf Flatpak anstelle von Snap. Bei der Version 1.3.2 handelt es sich um ein Point-

Release auf Basis von Ubuntu 25.04. Es bringt im Vergleich zu früheren 1.x-Versionen keine revolutionären Änderungen, dafür aber zahlreiche kleinere Verbesserungen und Fehlerbehebungen. Der Fokus liegt weiterhin auf einer stabilen, Windows-ähnlichen Nutzererfahrung ohne den Ballast, den Ubuntu mitbringt. Sie booten AnduinOS direkt vom Datenträger, das ISO-Image finden Sie unter `isos/`. ➔ S. 6



Exton Linux 250621 „OpSuS“

Exton Linux 250621 „OpSuS“ basiert auf OpenSuse Tumbleweed und bringt als primäre Desktop-Umgebung LXQt 2.2.0-1.1 mit. Das System ist besonders leichtgewichtig ausgelegt, um auch auf älterer Hardware schnell zu laufen. Zudem lässt es sich komplett aus dem Hauptspeicher betreiben. Im Vergleich zu den zahlreichen anderen Exton-Linux-Spielarten zeichnet sich die Version 250621 „OpSuS“ durch die Basis OpenSuse Tumbleweed aus, die das Rolling-Release-Modell verfolgt. Eine

bedeutende Neuerung ist die Implementierung von Refracta Snapshot, einem Werkzeug zum Erstellen eigener Live-Systeme, das fortgeschrittenen Nutzern eine große Flexibilität bietet. Zudem ist der aktuell verwendete Kernel 6.14.6-amd64-exton spezifisch auf das Live-System angepasst. Alle Pakete wurden auf den Stand vom 15. Mai 2025 gehoben. Sie booten die Live-Distribution über den Datenträger, das ISO-Image finden Sie im Ordner `isos/`. (t/e) ■

