

116 Seiten Know-how rund um SBCs und Linux

Raspberry Pi **GEEK**

06-07/2026 • Juni/Juli 2026

Office im Griff

Leistungsfähige Werkzeuge für das moderne Büro

Lichtspiele

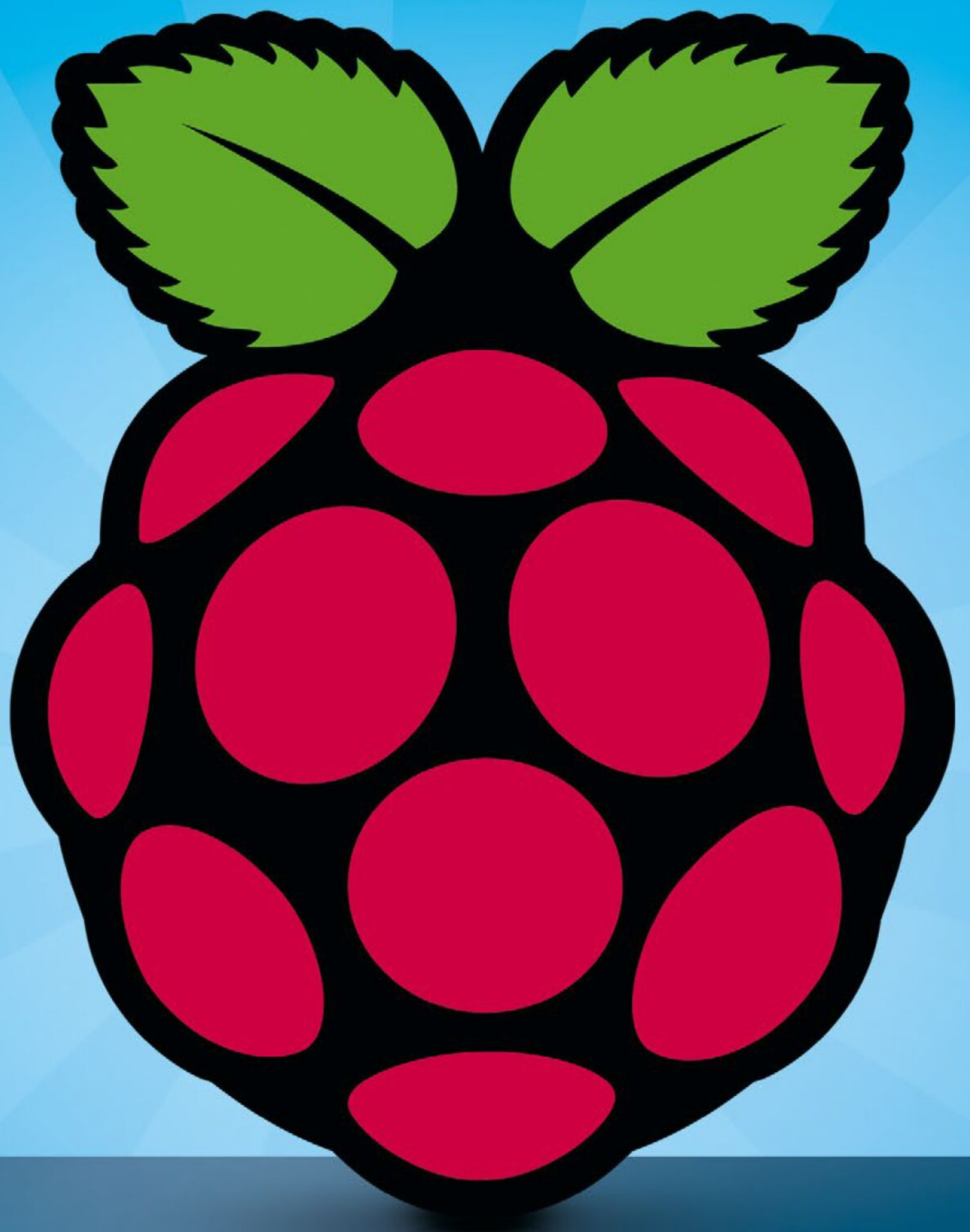
NeoPixel und generische RGB-LEDs voll ausreizen

DIY-Routing

Maßgeschneiderte Lösung mit ESP32-NAT-Router

Krach schlagen

Sound unkompliziert mit MicroPython ausgeben



Speicherkrise und Notlösung

Warum die Preise für den RasPi so in die Höhe schnellen und weshalb das 3-GByte-Brückenmodell kein Aprilscherz ist

WWW.RASPBERRY-PI-GEEK.DE

EUR **11,99**
Deutschland

EUR 12,90 - BeNeLux EUR 13,50
CH sfr 17,80



Basics. Projekte. Ideen. Know-how.



Jetzt bestellen!



• Tel.: 0911 / 993 990 98

• E-Mail: computec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.raspberry-pi-geek.de

Und du bist raus ...

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

SaaS (Software as a Service) begann als Versprechen für Bequemlichkeit: keine Updates mehr manuell einspielen, Dienste und Daten jederzeit und überall verfügbar. Was zunächst wie der Heilige Gral der IT klingt, entpuppt sich bei genauerer Betrachtung als mitunter üble Falle – in mehrfacher Hinsicht. Zum einen vertrauen wir unsere Daten Konzernen an, die sich als nicht vertrauenswürdig erwiesen haben, zum anderen hängen wir auf Gedeih und Verderb von ihrem Geschäftsmodell ab. Je länger wir eine solche gemietete Infrastruktur verwenden, desto schwieriger wird es, sich davon zu befreien, weil man ja auch den ganzen Workflow darauf abstimmt.

Ein Wechsel von Microsoft mit all seinen Diensten und Services zu einer Alternative gleicht einer Operation am offenen Herzen. Kein Wunder, dass ihn bis vor Kurzem kaum eine Firma ernsthaft in Erwägung zog. Auf anderen Ebenen gilt das ebenso für Anbieter wie Adobe oder Google. Die Giganten wissen das und erhöhen die Preise, wie es ihnen beliebt. Der aktuelle Börsencrash bei traditionellen SaaS-Anbietern Anfang 2026 zeigt, dass das Vertrauen bröckelt. Der Markt ist übersättigt, Nutzer und Unternehmen beginnen, über Alternativen nachzudenken.

Hinzu kommt aktuell das geopolitische Risiko. So lässt sich kaum abschätzen, wie insbesondere die USA die Tech-Giganten als Druckmittel gegen den Rest der Welt verwenden könnten, etwa indem sie Dienste einschränken oder sperren, um andere Staaten gefügig zu machen. Das gilt analog für den Schutz der Daten. Wer bei Google oder Microsoft hostet, nimmt in Kauf, dass die Daten dort zumindest von den Regierungsbehörden eingesehen werden.

Die meisten von Ihnen werden jetzt denken: „Alter Hut, das wissen doch alle“. Umso erstaunlicher ist es, dass viele dennoch nicht auf die bequemen Helferlein wie Gmail, Google Maps oder Google Drive verzichten. Was im Kleinen gilt, verhält sich im Großen nicht anders, also bei Firmen und Behörden. Es wird höchste Zeit, dass wir unsere digitale Souveränität zurückerobern. Das ist kein nostalgischer Wunsch, sondern mittelfristig eine strategische Notwendigkeit.

Auf politischer Seite gilt es, den Druck zu erhöhen: Die EU-Regulierung via Digital Services Act (DSA) und Digital Markets Act (DMA) muss 2026 noch schärfer werden. Solche Richtlinien haben das Potenzial, dem Raubrittertum an unseren Daten Einhalt zu gebieten und die IT-Landschaft offener zu gestalten.

Herzliche Grüße,

Thomas Leichtenstern

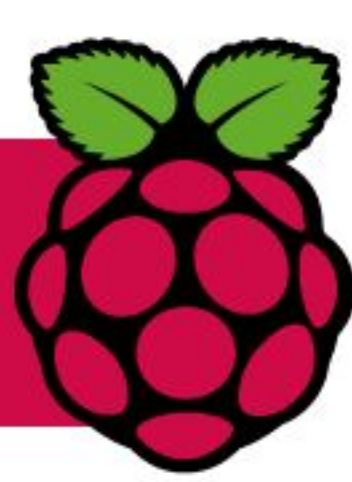
Autoren		
Bernhard Bablok	Ausgepackt: Aktuelle Hardware im Kurztest	4
	Workshop: Neopixel optimal einsetzen	12
Erik Bärwaldt	Freier ChromiumOS-Ableger OpenFyde	58
	KI-Beschleuniger Raspberry Pi AI HAT+ 2	62
Martin Mohr	Selbst gebauter Mini-Router auf ESP32-Basis	6
	MicroPython (Teil 11): Sound ausgeben	10
Marius Quabeck	Raspberry Pi in der Speicherkrise	16

Inserenten		
Raspberry Pi Geek	www.raspberry-pi-geek.de	2
Fernschule Weber GmbH	www.fernschule-weber.de	5
PC Games Hardware	www.pcgameshardware.de	115
Golem.de	www.golem.de	116



Inhalt

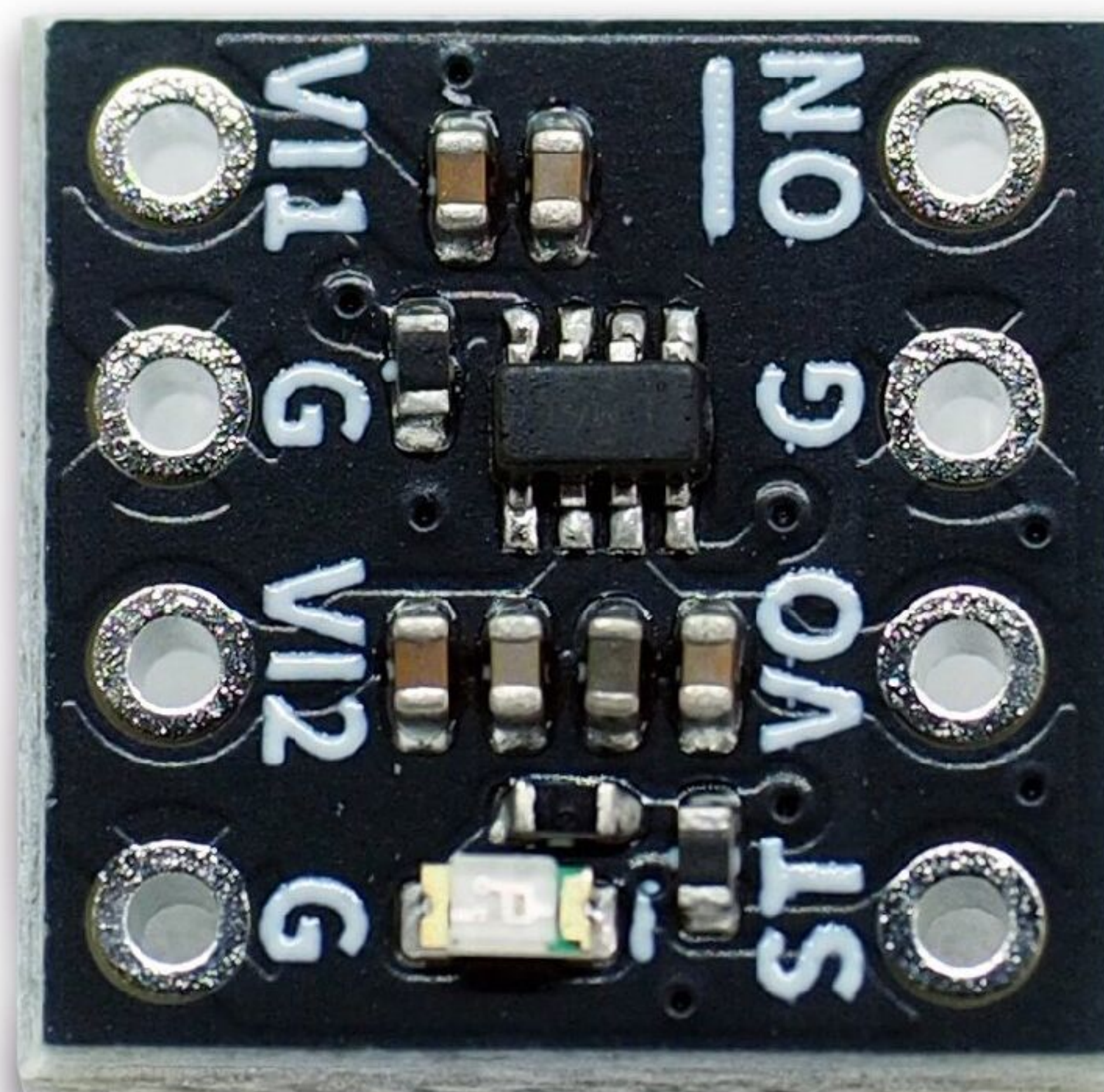
Aktuelles	
Ausgepackt	4
Aktuelle Maker-Hardware im Kurztest.	
Software	
ESP32 NAT Router	6
Mini-Router auf ESP32-Basis.	
Know-how	
MicroPython (Teil 11)	10
Soundausgabe in MicroPython.	
Open Hardware	
Neopixel	12
WS2812B-RGB-LEDs optimal einsetzen.	
Report	
Speicherpreise	16
Speichermarktkrise trifft auch RasPi.	
Raspberry Pi	
OpenFyde	58
ChromiumOS-Derivat OpenFyde im Test.	
Raspberry Pi AI HAT+ 2	62
RasPi-HAT für große KI-Modelle.	
Service	
Impressum	94



Spannungswähler

Mit einem **LM66200-Breakout** versorgen Sie eine Schaltung aus zwei Stromquellen.

Manchmal benötigt eine Schaltung mehrere Stromquellen – sei es, um eine unterbrechungsfreie Stromversorgung sicherzustellen, oder um mal eine interne und mal eine externe Quelle zu nutzen. Über jeweils eine Diode geführt, können Sie problemlos zwei Spannungsquellen anzapfen. Allerdings handeln Sie sich damit auch Nachteile ein, denn die Dioden erzeugen einen Spannungsabfall, und beide Stromquellen sind parallel aktiv. Besser geht es mit dem LM66200-Chip von TI: Darauf sitzen zwei sogenannte ideale Dioden (intern sind es MOSFETs), und er wählt automatisch den Eingang mit der höheren Spannung. WeAct Studio hat den LM66200 auf ein winziges Breakout gepackt (siehe Abbildung). Es führt zwei Spannungseingänge, einen Ausgang und die Status- sowie Enable-Pins heraus. Den einzigen Anlass zur Kritik geben die gewählten Pufferkondensatoren: Sie ergeben aus Sicht des Autors nicht wirklich Sinn. Adafruit offeriert ebenfalls ein LM66200-Breakout. Anders als bei der Platine von WeAct Studio fehlen dort



jedoch jegliche Kondensatoren und – was viel mehr wehtut – zwei Masse-Pins, was die Verkabelung unnötig aufwendig macht. Das beweist wieder einmal, dass Hersteller aus China nicht notwendigerweise schlechtere Ware liefern als bekannte Markenhersteller.

WeAct Studio ORing Module v1 LM66200 Dual Ideal Diode

Preis: 1 Euro



Bezugsquelle: Aliexpress

Schallzweig

Nicht nur auf Reisen sorgen **3,5-mm-Mini-Lautsprecher** für passablen Musikgenuss.

Moderne Mikrocontroller sind so leistungsstark, dass sie problemlos MP3s decodieren und über einen Wandler – einen DAC wie den PCM5102 – ausgeben können. Die ganze Lösung fällt klein und kompakt aus. Da fehlt nur noch ein passender Lautsprecher.

Viele Musikanlagen nehmen Sound über eine 3,5-mm-Klinkenbuchse entgegen; dafür benötigen Sie ein Klinken-auf-Klinken-Kabel. Für den mobilen Betrieb oder den Musikgenuss während des Bastelns eignet sich die Musikanlage aber weniger. Als portabler Ersatz bieten sich Mini-Lautsprecher an, die es für wenig Geld in vielen Farben und unter unterschiedlichsten Bezeichnungen („Reiselautsprecher“, „Hamburger-

Lautsprecher“) gibt. Sie sind eigentlich für Smartphones gedacht, aber da stirbt die Klinkenbuchse allmählich aus.

Was solche Lautsprecherzweige zum perfekten Match mit dem Pi Pico oder auch älteren Raspberry-Pi-Modellen macht, ist nicht nur ihre geringe Größe: Sie integrieren obendrein das Anschlusskabel und einen Akku für die Betriebsspannung, wie das abgebildete Exemplar des Herstellers Bindpo. Damit beschränkt sich die Verbindung zur MCU auf ein einzelnes Kabel, und Sie müssen sich keine Gedanken über die Stromversorgung machen. Klangwunder oder lange Laufzeiten dürfen Sie angesichts der Größe der Mini-Boxen nicht erwarten, wenn es jedoch um geringen Platzbedarf geht, kommen Sie an den Zwerglautsprechern nicht vorbei. Der Preis hängt wie bei China-Ware üblich von der Quelle ab.

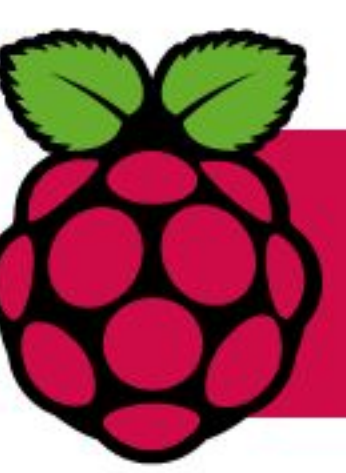


3,5-mm-Mini-Lautsprecher

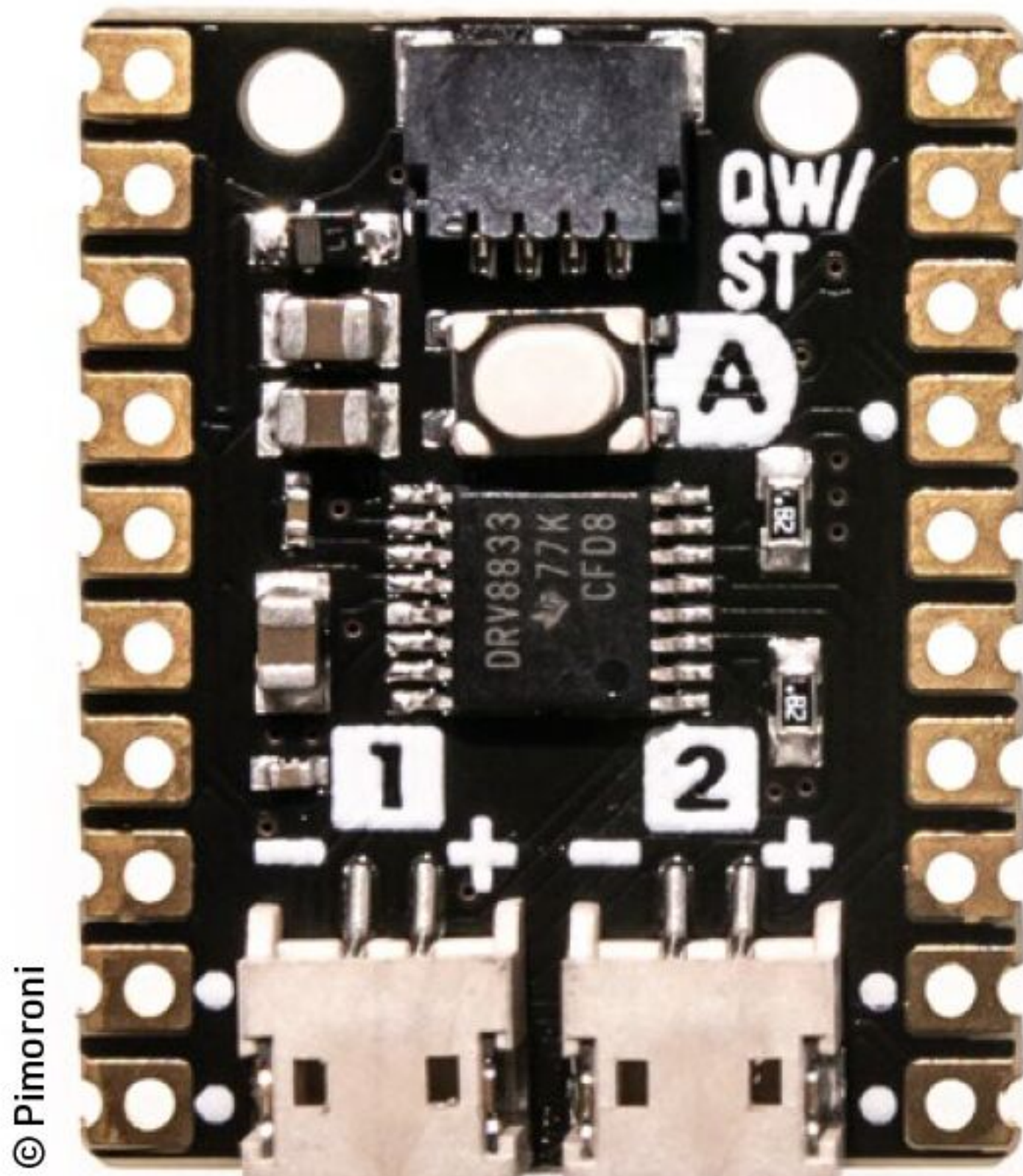
Preis: ab 3,30 Euro



Bezugsquelle: Aliexpress, eBay, Amazon



Motortreiber-Boards gibt es viele, doch wenn Sie es klein wollen, sollten Sie zum Motor-Shim von Pimoroni greifen. Shim, das englische Wort für Unterlegscheiben, bezeichnet bei Pimoroni eine Klasse von kleinen Boards, die man direkt mit dem Raspberry Pi oder Pi Pico verbindet.



Pimoronis Motor-Shim passt unter den Pi Pico, entweder direkt verlötet oder über Buchsen angeschlossen. Die Spannungsversorgung erfolgt per USB über den Mikrocontroller, was den Einsatz auf kleinere Motoren beschränkt, die mit geringer Spannung auskommen.

Der auf dem Modul verbaute Treiberchip DRV8833 steuert zwei Motoren an, die Sie über JST-ZH-Buchsen an das Breakout anschließen. Ein Taster sowie eine Qwiic/Stemma-QT-Buchse sind nette Dreingaben. Softwareseitig mangelt es nicht an Unterstützung: Für den DRV8833 finden Sie passende Treiber in jeder Programmiersprache.

Pimoroni Motor-Shim for Pico

Preis: 11,30 Euro



Bezugsquelle: Pimoroni

Feinmotorik

Der **Motor-Shim for Pico** von Pimoroni steuert über JST-ZH-Buchsen zwei Motoren an.

Das LilyPad Converter Module regelt die Spannung einer auf der Platine aufgeklemmten AAA-Batterie auf 5 Volt hoch. LilyPad ist für seine Wearable-Elektronik bekannt, also Bauteile, die für das Einnähen in Kleidung gedacht sind. Darum hat das Breakout auch entsprechend große Löcher für das Annähen.

Unabhängig vom geplanten Einsatzzweck spielt das Konvertermodul seine Stärken bei allen batteriebetriebenen Projekten aus, bei denen es nicht an Platz mangelt. Laufzeitwunder dürfen Sie frei-

lich nicht erwarten: Einerseits hat eine AAA-Batterie keine besonders hohe Kapazität und andererseits treten im (undokumentierten) Boost-Konverter die üblichen Wandlerverluste auf.

Größter Nachteil des LilyPad-Konvertermoduls ist aber der Spannungseinbruch bei Last. Zwar liefert der verbaute Booster-Chip die versprochenen 200 Milliampere, aber das tut er nicht bei 5 Volt. Schon bei deutlich niedrigeren Strömen fällt die Spannung auf 4,6 Volt und darunter. Bei manchen Projekten spielt dieses Manko keine große Rolle, für die Stromversorgung beispielsweise eines Pi Zero ist das Breakout aber völlig ungeeignet. (Bernhard Bablok/jlu)

LilyPad Power Supply AAA Battery Step Up To 5V Converter Module

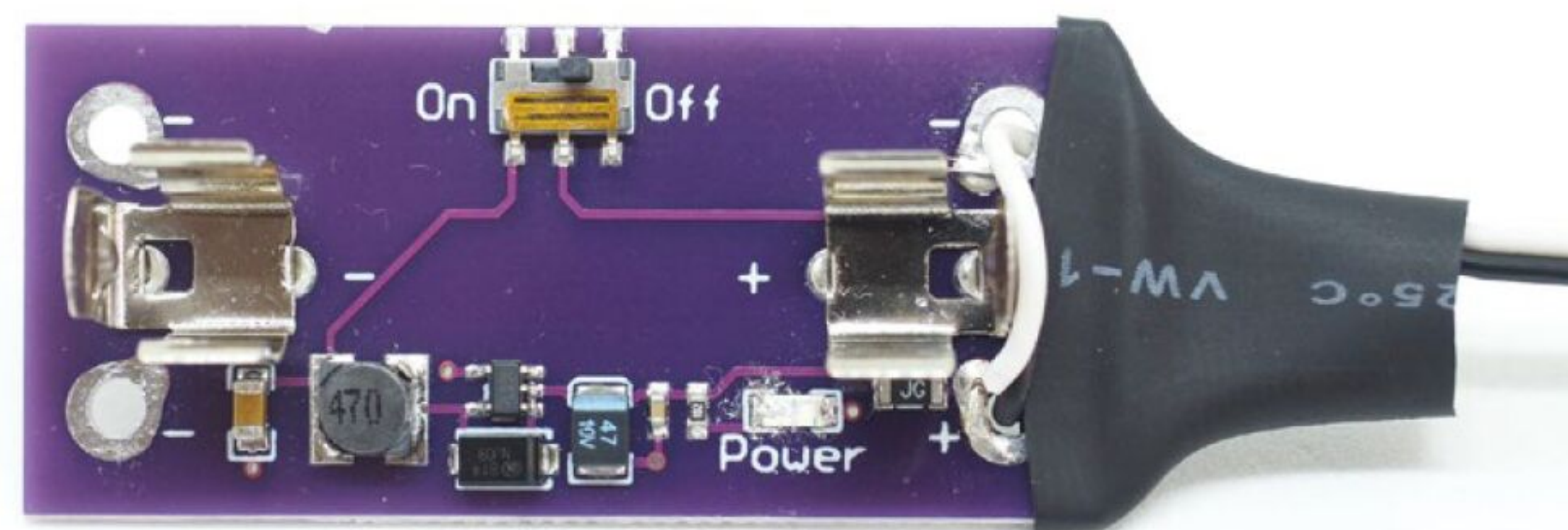
Preis: 1,80-7,00 Euro



Bezugsquelle: eBay, Aliexpress

Batterieturbo

Das **LilyPad Converter Module** regelt die Spannung einer AAA-Batterie auf 5 Volt hoch.



Werden Sie Roboter-Experte!



Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse.



Beginn jederzeit.
Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER
Techn. Lehrinstitut seit 1959 - Abt. F09
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Tel. 0 44 87 / 2 63 - Fax 0 44 87 / 2 64

Inkl.
Roboterbausätze
und -Modelle



Weitere Studiengänge:

- SPS-Techniker
- Umweltschutz-Techniker,
- Regenerative Energiequellen
- Netzwerk-Techniker
- IT-Security SSCP/CISSP
- Computer-Techniker
- Internet-Spezialist
- Wirtschaftsinformatiker
- Qualitätsbeauftragter TÜV®
- Qualitätsmanger TÜV®
- Qualitätsauditor TÜV®

www.fernschule-weber.de



© Oleg Petuhov / 123RF.com

Mini-Router auf ESP32-Basis

Klein, aber fein

Ist es Ihnen schon passiert, dass Sie ein dediziertes WLAN für ein Projekt nutzen wollen? Doch die Lieferung eines Routers über Amazon dauert zu lange. Dann ist die hier vorgestellte Software vielleicht die passende Lösung. Martin Mohr

README

Wir sehen uns eine auf dem ESP32 basierenden Mini-Router-Software etwas genauer an. Sobald das Setup der Firmware abgeschlossen ist, testen wir, was sich mit dem Router machen lässt. Damit die Hardware nicht so prototypenhaft herumliegt, spendieren wir ein 3D-gedrucktes Gehäuse dafür.

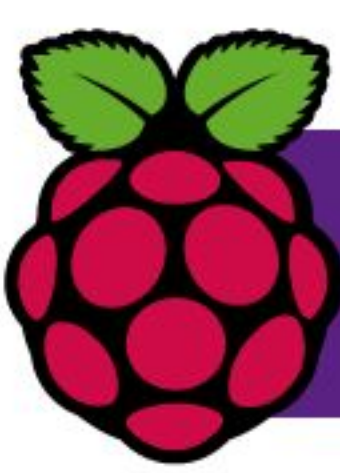
Es macht zwar Spaß, das Rad immer wieder aufs Neue zu erfinden, aber in manchen Fällen ergibt es deutlich mehr Sinn, schlicht auf ein vorhandenes Projekt zurückzugreifen. Und siehe da, nach einer kurzen Suche findet sich auf Github tatsächlich etwas Passendes für einen Router auf ESP32-Basis.

Der ESP32-NAT-Router [verspricht](#) genau das, was ich haben möchte. Die

Sourcen für die Software stehen komplett zur Verfügung und lassen sich an die eigenen Anforderungen anpassen.

Wer das zu aufwendig findet, kann sich eine fertig gebaute Firmware herunterladen und sie auf den ESP32 aufspielen. Die Firmware gibt es für den ESP32, ESP32C3, ESP32C5(5 GHz), ESP32C6 und ESP32S3. Zusätzlich existiert noch eine Variante für das WT32-ETH0-Board [mit](#) integrierter RJ45-Schnittstelle.

Spannende Information am Rande: Der ESP32 kann gleichzeitig sowohl als Access Point als auch im Client-Mode arbeiten. Zahlreiche handelsübliche USB-WLAN-Sticks beherrschen ausschließlich den Client-Mode. Bei Modellen, die als Access Point fungieren können, verhält es sich oft so, dass sie nur entweder den Client- oder nur den Accesspoint-Mode können. Umso erstaunlicher, dass der günstige ESP32 beides gleichzeitig unterstützt. Einen Wermutstropfen gibt es jedoch: Weder die Reichweite noch die Datenrate des ESP32 fallen umwerfend aus. Für den Großteil der Anwendungen ergibt sich daraus jedoch kein Problem.



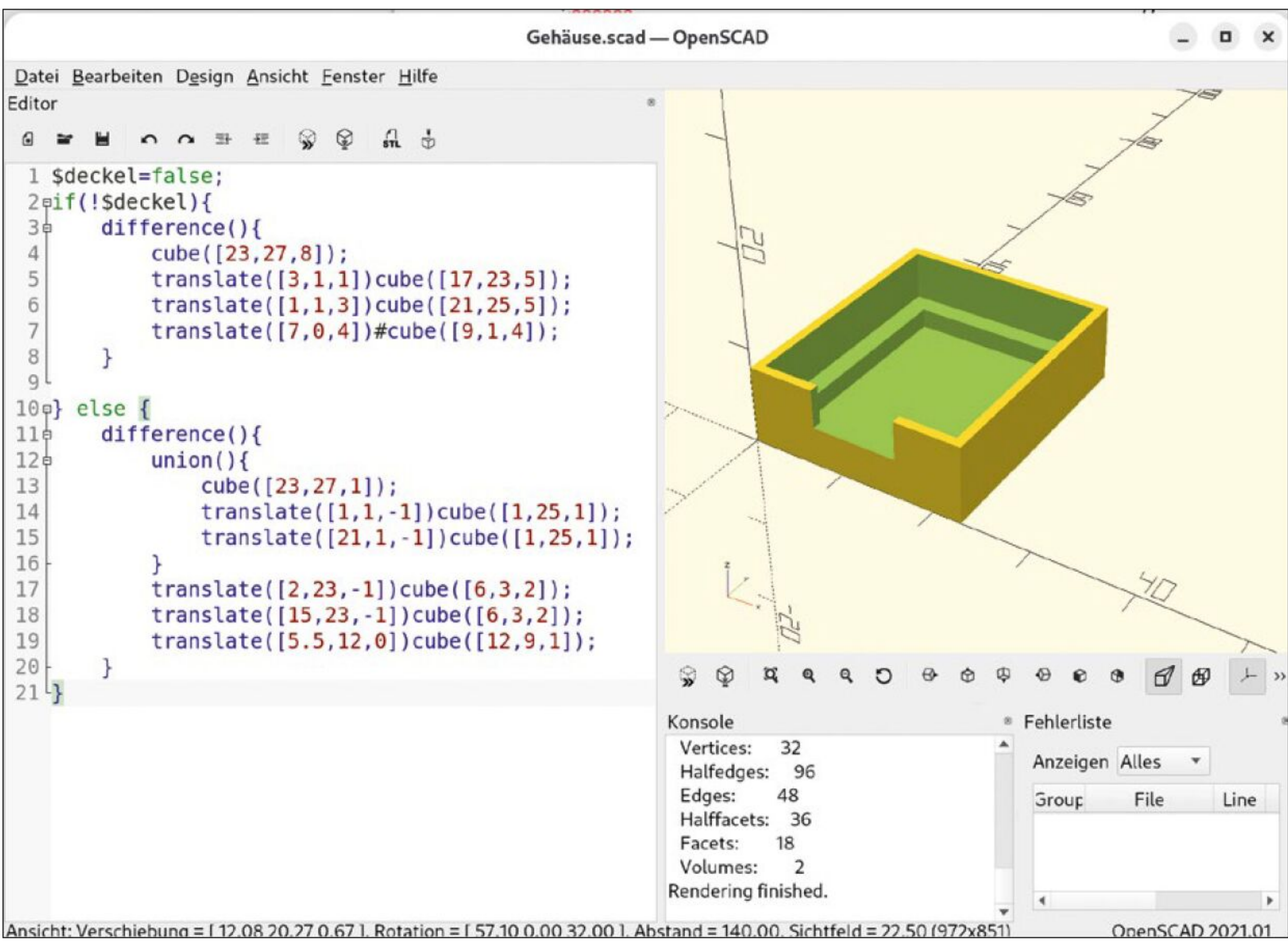
Zu den Beispielanwendungen des ESP32-NAT-Routers zählen ein klassischer WLAN-Router mit WT32-ETH01-Modul, die Reichweitenerhöhung eines existierenden WLANs, ein zusätzliches WLAN mit eigenen Anmeldeinformationen zu erzeugen (interessant bei mobilen Hotspots, IoT Geräten, Gästenetzwerken) und ein VPN-Router mit WireGuard. Auf der Projekt-Homepage finden sich zahlreiche weitere Einsatzszenarien.

Hardware

Bei der Auswahl der Hardware sind Sie relativ frei, da Firmware für eine breite Palette an ESP32-Mikrocontrollern bereitsteht. Zudem spielt es keine Rolle, von welchem Hersteller das ESP32-Board kommt. Für erste Versuche können Sie nutzen, was in der Bastelkiste lagert. Auf der Github-Seite des Projekts findet sich eine Empfehlung für ein Mini ESP32-C3-Board mit integriertem Display. Das spezielle Board ist bei Amazon günstig zu haben und eine Bestellung wert. Es ist kleiner als eine SD-Karte und lässt sich mit einem USB-C-Stecker anschließen.

Da die Platine tatsächlich sehr klein ist und SMD-Bauteile ohnehin leicht abreißen, habe ich ein 3D-Modell für ein Gehäuse aus dem 3D-Drucker entworfen und kurzerhand ausgedruckt. Dazu verwende ich openSCAD. Mit dieser Anwendung lassen sich die 3D-Objekte per Sourcecode erzeugen.

Sofern Sie eine Vorstellung haben, wie das Modell am Ende aussehen soll, geht das Programmieren der gewünschten Objekte schneller als mit jeder CAD-Software. In Listing 1 sehen Sie den Beispiel-



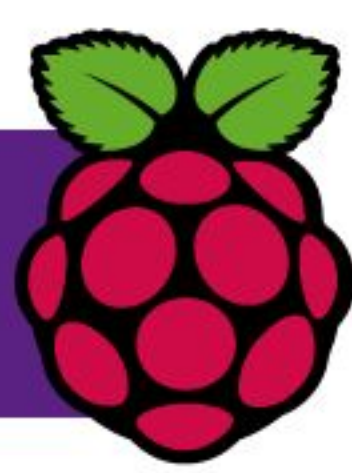
1 Das 3D-Gehäusemodell lässt sich mit openSCAD über Quellcode selbst erzeugen.

code für das Gehäuse. Die Variable \$deckel steuert, ob der Deckel oder das Gehäuse generiert werden soll. Abbildung 2 zeigt den fertigen Router im Gehäuse. Die STL-Files sowie das openSCAD-Programm finden Sie im Download-Bereich zu diesem Artikel.

Software

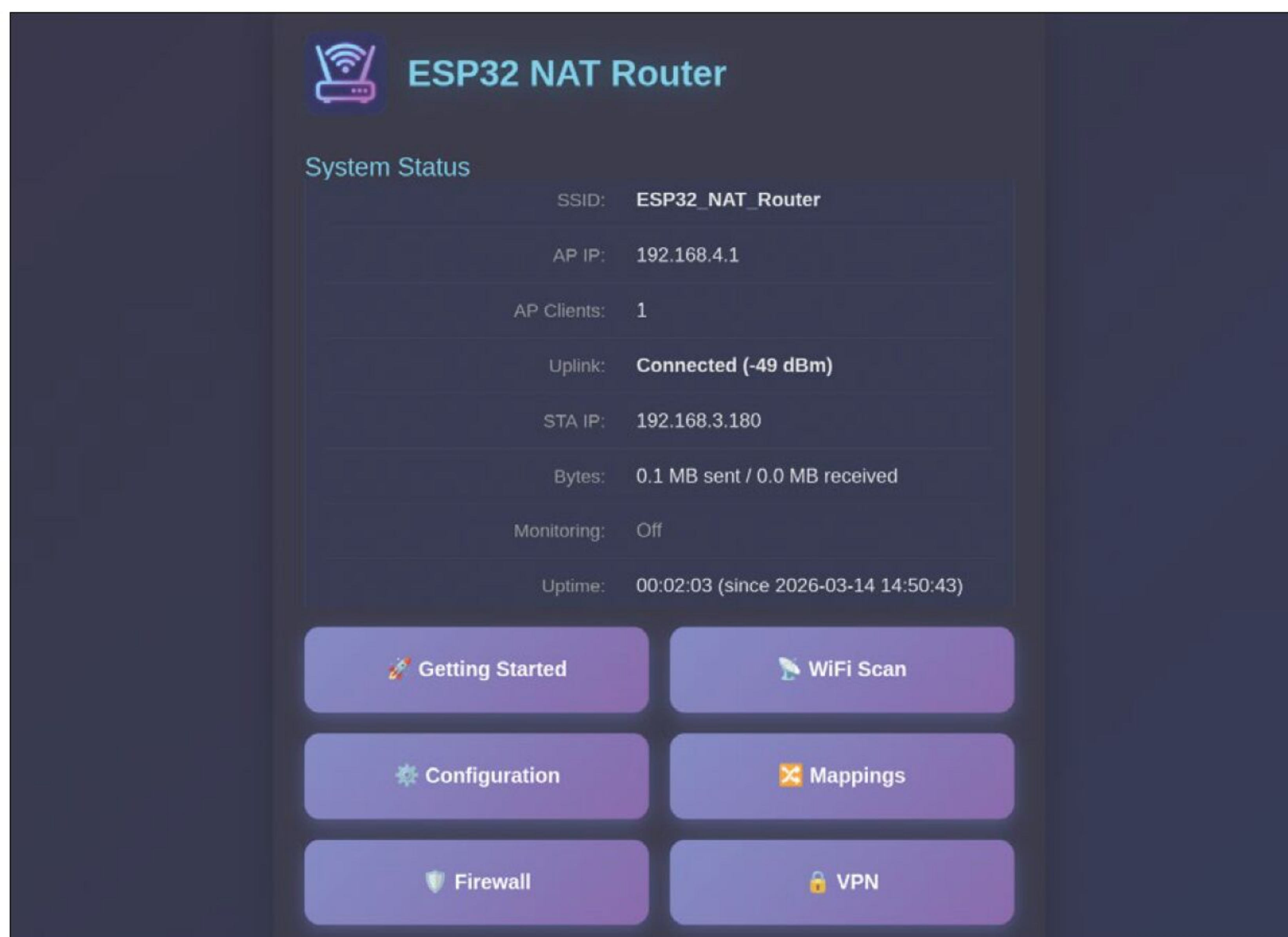
Bevor Sie mit dem Installieren der Software auf dem ESP32 starten, lohnt sich ein genauer Blick darauf. Die erste wichtige Frage betrifft das Repository: Werden die Sourcen aktuell gehalten und die Issues beantwortet? Die klare Antwort ist ja, also alles im grünen Bereich.

Listing 1: Gehaeuse.scad	
<pre>\$deckel=false; if(!\$deckel){ difference(){ cube([23,27,8]); translate([3,1,1]) cube([17,23,5]); translate([1,1,3]) cube([21,25,5]); translate([7,0,4]) cube([9,1,4]); } } else { difference(){</pre>	<pre> union(){ cube([23,27,1]); translate([1,1,-1]) cube([1,25,1]); translate([21,1,-1]) cube([1,25,1]); } translate([2,23,-1]) cube([6,3,2]); translate([15,23,-1]) cube([6,3,2]); translate([5.5,12,0]) cube([12,9,1]); } }</pre>



© Martin Mohr

2 Die 5-mm-LED als Größenvergleich macht deutlich, wie klein das gedruckte Minigehäuse tatsächlich ausfällt.



© Martin Mohr

3 Über das Web-Frontend stellen sie unter *Configuration* zahlreiche Parameter ein.

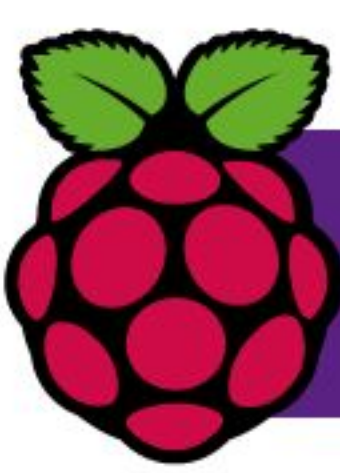
Beim Funktionsumfang muss sich der ESP32-NAT-Router keineswegs verstecken. Wir gehen nicht auf alle Punkte ein, sondern stellen nur die wichtigsten vor. Für eine vollständige Übersicht stöbern Sie bitte durchs Github-Repository. Der wohl relevanteste Punkt ist das vollständige NAT-Routing mit IP-Forwarding bei einem Datendurchsatz von mehr als 15 Mbps. Selbstverständlich ist DHCP mit den üblichen Einstellungen wie feste Vergabe von IPs vorhanden.

Firewall-Regeln sowie Port-Forwarding stellen für den ESP32-NAT-Router ebenfalls kein Problem dar. Möchten Sie den Router selbst aktualisieren, spielen Sie die neue Firmware komfortabel direkt über das Web-Frontend ein.

Zur Bedienung suchen Sie sich eines von drei möglichen Interfaces aus: das Web-Interface, Remote Login oder die serielle Konsole. Der Gerätestatus lässt sich bei Bedarf über eine LED oder das OLED-Display anzeigen.

Listing 2: Setup des ESP32-Boards

```
# Virtuelles Environment erstellen
python3 -m venv ./esp_tool
# Environment aktivieren
cd esp_tool/
source ./bin/activate
# ESP Tool installieren
pip install esptool
# Firmware herunterladen
wget https://github.com/martin-ger/esp32_nat_router/raw/refs/heads/master/firmware_esp32c3/bootloader.bin
wget https://github.com/martin-ger/esp32_nat_router/raw/refs/heads/master/firmware_esp32c3/partition-table.bin
wget https://github.com/martin-ger/esp32_nat_router/raw/refs/heads/master/firmware_esp32c3/esp32_nat_router.bin
wget https://github.com/martin-ger/esp32_nat_router/raw/refs/heads/master/firmware_esp32c3/ota_data_initial.bin
# Firmware installieren
esptool.py --chip esp32c3 --before default_reset --after hard_reset write_flash -z --flash_size detect 0x0 ./
bootloader.bin 0x8000 ./partition-table.bin 0xf000 ./ota_data_initial.bin 0x20000 ./esp32_nat_router.bin
```

Setup

Das Setup der Firmware ist denkbar einfach. Sie suchen sich im Repository die für Ihren ESP passende Firmware heraus und spielen sie mit dem `esptool` auf den Chip. Die höchste Hürde dabei stellt vermutlich das Setup der virtuellen Python-Umgebung für `esptool` dar. Vergessen Sie bitte zudem nicht, die Verbindung per USB herzustellen.

[Listing 2](#) fasst sämtliche Kommandos zusammen, um das komplette Setup für die Beispielhardware auszuführen. Falls Sie sich für eine andere ESP32-Variante entscheiden, liefert die Dokumentation [die dazu passende Anleitung](#).

Test

Ans Installieren schließt sich ein erster Test des Routers an. Der ESP32 sollte nun ein offenes WLAN mit dem Namen `ESP32_NAT_Router` bereitstellen. Wenn Sie sich damit verbinden, können Sie die Weboberfläche des Routers [3](#) über die URL <http://192.168.4.1> erreichen. Unter *Configuration* finden sich eine Menge Einstellungsparameter für den Router.

Um den vollen Funktionsumfang des Routers nutzen zu können, ist die Verbindung auf die serielle Konsole nötig. Dazu starten Sie ein beliebiges Terminalprogramm. In den Beispielen ist `picocom` zu sehen. Es lässt sich mit `sudo apt install picocom` installieren und arbeitet ohne GUI direkt auf der Shell-Ebene.

Die Verbindung zum Router lässt sich aufbauen, indem Sie die serielle Schnittstelle als Parameter mitgeben: `picocom /dev/ttyACM0`. Mit dem Kommando `help` liefert der Router eine Übersicht aller möglichen Kommandos [4](#).

Ein für unser Projekt wichtiger Befehl ist `set_oled enable`. Wie Sie vielleicht vermuten, aktiviert er die Ausgabe auf dem OLED-Display an der I²C-Schnittstelle. Wieder unterbinden würde sie dagegen `set_oled disable`. Üblicherweise passen die Standardparameter für die I²C-Schnittstelle, und es klappt auf Anhieb. Sollte das bei Ihnen nicht der Fall sein, legen Sie mit dem Kommando `set_oled_gpio <SDA> <SCL>` fest, an welchen Pins des ESP32 die Datenleitungen für das Display angeschlossen sind (Default SDA=5 SCL=6). Um herauszubekommen,

```
mmohr@debian: ~
Terminal ready
help
help [<string>] [-v <0|1>]
  Print the summary of all registered commands if no arguments are given,
  otherwise print summary of given command.
  <string> Name of command
  -v, --verbose=<0|1> If specified, list console commands with given verbose level

heap
  Get the current and min size of free heap memory

version
  Get version of chip and SDK

restart
  Software reset of the chip

factory_reset
  Erase all settings (NVS namespace 'esp32_nat') and restart

deep_sleep [-t <t>] [--io=<n>] [--io_level=<0|1>]
  Enter deep sleep mode. Two wakeup modes are supported: timer and GPIO. If no
  wakeup option is specified, will sleep indefinitely.
  -t, --time=<t> Wake up time, ms
  --io=<n> If specified, wakeup using GPIO with given number
  --io_level=<0|1> GPIO level to trigger wakeup

light_sleep [-t <t>] [--io=<n>]... [--io_level=<0|1>]...
  Enter light sleep mode. Two wakeup modes are supported: timer and GPIO.
  Multiple GPIO pins can be specified using pairs of 'io' and 'io_level'
  arguments. Will also wake up on UART input.
```

© Martin Mohr

4 Der Aufruf `help` gibt sämtliche möglichen Kommandos auf der Konsole aus.

welche Einstellungen für das Display aktuell sind, rufen Sie `set_oled` ohne Parameter auf. Sämtliche Änderungen an den Router-Einstellungen werden erst nach einem Neustart aktiv. Das dazugehörige Kommando lautet `restart`.

Ebenfalls eine wichtige Rolle spielt `set_sta <YOUR-SSID> <YOUR-PASS-WORD>`. Mit dem Aufruf verbinden Sie den ESP32-NAT-Router mit einem vorhandenen WLAN als Gateway. Die Funktion ließe sich auch über den Browser erreichen, aber die Kommandozeile ist hier einfach schneller. Und wenn Sie den Router über Ihr Smartphone konfigurieren, ist die Kommandozeile sogar sehr viel flotter.

Fazit

Der ESP32-NAT-Router ist eine pfiffige Software, um schnell einen kleinen Router aufzusetzen. Der Funktionsumfang ist beachtlich, und die Software läuft auf dem ESP32 stabil, was nicht zu vernachlässigen ist. In der Testphase trat kein einziger Fehler auf. Selbst wenn es zu einem Problem kommen sollte, bekommt man über Github schnell Hilfe. Fast jeder Geek hat wohl irgendeinen ESP32 in der Schublade liegen, den man auf die Schnelle zu einem Router umfunktionieren kann – ein tolles Projekt für einen verregneten Nachmittag. (csi) ■

Dateien zum Artikel
herunterladen unter

www.raspi-geek.de/dl/53739



Weitere Infos und
interessante Links

www.raspi-geek.de/qr/53739

Der Autor

Martin Mohr hat die komplette Entwicklung der modernen Computertechnik live miterlebt. Nach seinem Informatikstudium entwickelte er überwiegend Java-Applikationen. Mit dem Raspberry Pi erwachte seine alte Liebe zur Elektronik wieder.

A close-up, black and white photograph of a speaker driver, showing the cone and the surrounding frame. The image is slightly out of focus, emphasizing the texture and shape of the speaker components.

MicroPython, Teil 11: Soundausgabe

Aufgedreht

Manchmal ist es wichtig, neben optischen auch akustische Signale an Benutzer zu geben. Mit MicroPython funktioniert das erstaunlich simpel.

Martin Mohr

© Tewin Kijthamrongworaku / 123RF.com

Das menschliche Ohr ist ein Biosensor für Schwingungen in der Luft. Sie lassen sich technisch mit einem Lautsprecher erzeugen. Dabei steuert man ihn mittels analoger elektrischer Signale an. Genau da liegt schon das Problem: Die meisten Mikrocontroller können keine analogen Signale erzeugen. Die GPIOs sind oft nur in der Lage an- und auszuschalten.

Wie lassen sich also mit einem Mikrocontroller Töne erzeugen? Die Lösung

README

Dieser Artikel behandelt kurz die Grundlagen der Soundverarbeitung und die Installation der benötigten Bibliotheken in MicroPython. Anschließend demonstriert er, wie Sie einen Sound mit einem einfachen Testprogramm abspielen.

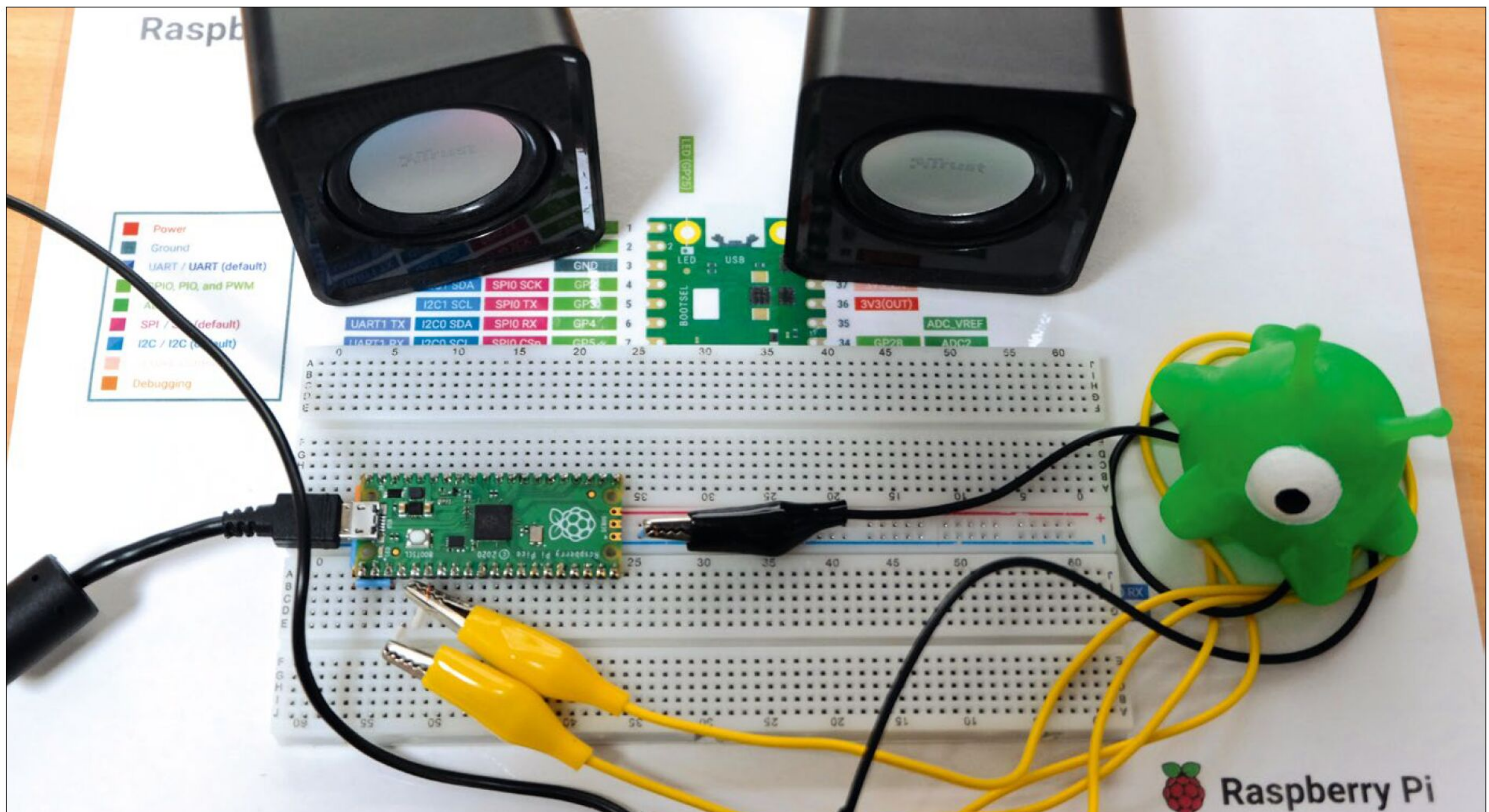
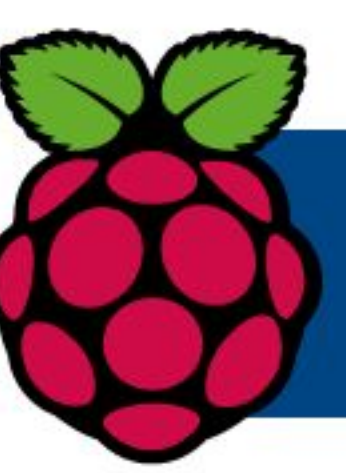
ist überraschend einfach: Man generiert ein PWM-Signal (Pulsweitenmodulation), das ein analoges Signal nachbildet. Allerdings erfordert der Vorgang einiges an CPU-Leistung und ist mit MicroPython von der Stange nicht zu machen.

Unser Testaufbau besteht aus einem Raspberry Pi Pico und einem Paar aktiver PC-Lautsprecher. Mein Lautsprechermodell ist nicht mehr lieferbar, Sie können aber für Ihren Testaufbau problemlos einen beliebigen aktiven PC-Lautsprecher mit Klinkenanschluss verwenden. Aktiv meint in diesem Zusammenhang, dass der Lautsprecher einen eingebauten Verstärker besitzt. Falls Sie einen handelsüblichen 4- oder 8-Ohm-Lautsprecher nutzen möchten, benötigen Sie eine zusätzliche Verstärkerplatine. Abbildung [1](#) veranschaulicht den Testaufbau, in Abbildung [2](#) ist der Klinkenstecker mit den Verbindungen zum Pico zu sehen.

Bibliotheken

Für die Soundausgabe greifen Sie auf eine vorhandene Bibliothek [zurück](#). Bitte beachten Sie, dass die eingesetzte Bibliothek nur auf dem Raspberry Pico funktioniert. Das liegt darin begründet, dass sich in der Datei `wavePlayer.py` eingebetteter Assemblercode findet. Er ist speziell für den Pico gedacht und läuft auf keinem anderen Mikrocontroller.

Zum Installieren der Bibliothek nutzen Sie das Werkzeug `mpremote`. Dessen Dokumentation erreichen Sie über die MicroPython-Homepage [zurück](#). [Listing 1](#) enthält die Kommandos zum Einbinden der Bibliothek. Sie ist nicht so paketierte, wie es `mpremote` erwartet, darum müssen Sie sämtliche Dateien einzeln installieren. Die letzten beiden Aufrufe laden einen Beispielsound in den Controller, damit Sie eine Datei zum Ausprobieren haben.



1 Der Testaufbau mit Raspberry Pi Pico, Lautsprechern und Klinkenstecker fällt überschaubar und unkompliziert aus.

Testprogramm

Das Testprogramm in [Listing 2](#) fällt wirklich kurz aus: Sie importieren die Bibliothek `wavePlayer`, erzeugen anschließend eine Instanz des Players und verwenden die Methode `play`, um einen Sound abzuspielen. Wichtig dabei ist, dass die Datei im Filesystem des Controllers liegt. Tatsächlich reicht das bereits aus, um Ihr nächstes MicroPython-Projekt mit Soundeffekten auszustatten.

Fazit

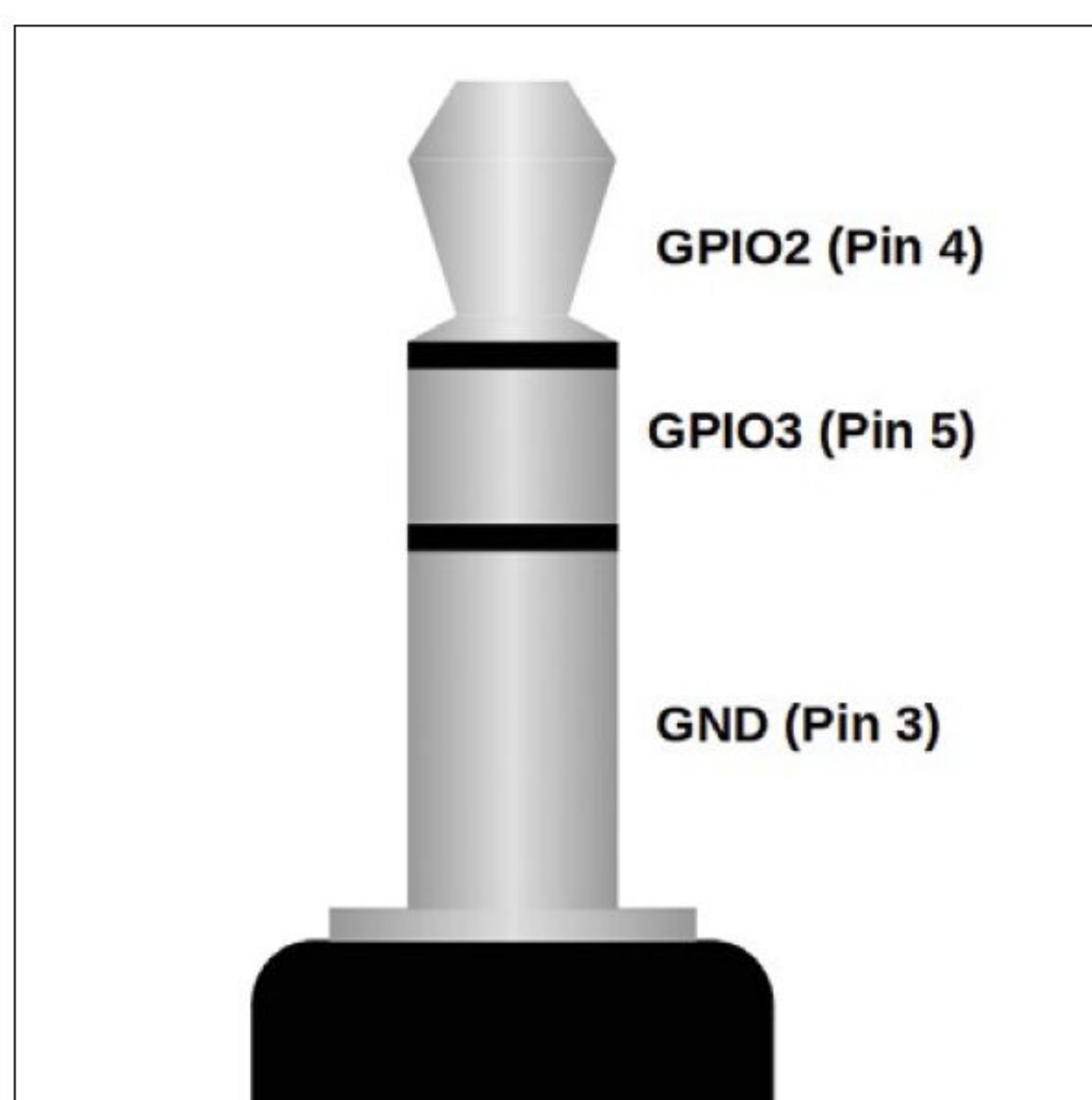
Beim Abspielen von Tönen unter MicroPython gibt es kaum etwas zu beachten. Die einzige Anforderung: Die für die Verwendung vorgesehene Bibliothek muss zum Mikrocontroller passen.

Sie haben jetzt das Rüstzeug, unterschiedliche eigene Projekte mit Soundeffekten zu bauen. Der Autor wünscht Ihnen viel Spaß dabei. (csi) ■



Weitere Infos und interessante Links

www.raspi-geek.de/qr/51035



2 Aktivlautsprecher verbinden Sie per Klinkenstecker mit dem Pico.

Listing 1: Installation der Bibliothek/Beispieldatei

```
01 $ mpremote mip install github:danjperron/PicoAudioPWM/myDMA.py
02 $ mpremote mip install github:danjperron/PicoAudioPWM/myPWM.py
03 $ mpremote mip install github:danjperron/PicoAudioPWM/wavePlayer.py
04 $ wget https://github.com/CoderDojoTC/robot-media/raw/master/wav-files/cylon-eye-scanner.wav^C
05 $ mpremote fs cp cylon-eye-scanner.wav :cylon-eye-scanner.wav
06 $ cp cylon-eye-scanner.wav :cylon-eye-scanner.wav
```

Listing 2: Testprogramm

```
from wavePlayer import wavePlayer
player = wavePlayer()
player.play("/cylon-eye-scanner.wav")
```




Workshop: NeoPixel optimal einsetzen

Leuchtf Feuer

Beliebt, billig und inzwischen ein Synonym für verkettete LEDs – Adafruits NeoPixel machen in zahlreichen Projekten eine gute Figur. Wir klären, woran das liegt.

Bernhard Bablok

README

Für viele Anwendungsfälle sind NeoPixel, genauer gesagt WS2812B-RGB-LEDs, eine gute Wahl. Warum das so ist und wo die Grenzen liegen, zeigt dieser Artikel.

Normale LEDs besitzen zwei Anschlüsse für Spannung und Masse. Entweder steuert ein Pin die Spannung (active high) oder die Masse (active low). Ein Widerstand in Serie begrenzt den Strom. Die Helligkeit steuert der Controller über PWM. Hinter klassischen RGB-LEDs steckt nichts anderes als drei normale, in einem Gehäuse verpackte Dioden. Sie teilen sich entweder die Spannung (common anode, active low) oder die Masse (common cathode, active high).

Bei mehr als einer RGB-LED steigt die Zahl der benötigten Anschlüsse linear. Methoden wie Matrixverschaltung oder Charlieplexing [reduzieren](#) die benötigten Pins. Auch spezielle RGB-LED-Treiberboards helfen, aber für viele LEDs werden RGB-LEDs schnell unhandlich.

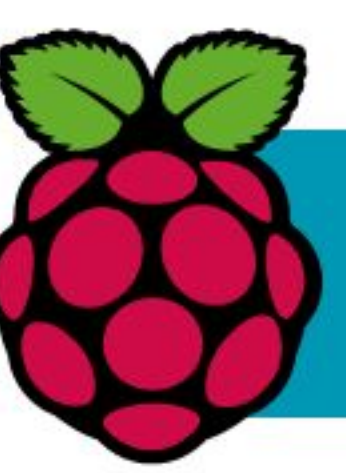
Begriffsverwirrung

Ein völlig anderes Paradigma bieten seriell ansteuerbare LEDs, die bekanntesten sind NeoPixel. Dabei ist das lediglich ein Markenname von Adafruit für WS2812B-LEDs, und es sind keineswegs die einzi-

gen Dioden dieser Art auf dem Markt. Allen gemeinsam ist die Möglichkeit der Verkettung, die eingebauten Leuchtmittel (drei bei RGB, vier bei RGBW) und ein Treiber-Chip, der die Daten entgegennimmt beziehungsweise durchleitet. Für das bessere Verständnis klären die nächsten Abschnitte eine Reihe von Begriffen, die im Zusammenhang mit LED-Ketten immer wieder auftauchen.

Auf den üblichen Marktplätzen stoßen Sie zum Beispiel auf WS 5050 oder auf RGB 5050. Die Begriffe beziehen sich auf die Bauform, hier 5 auf 5 mm. Dabei handelt es sich um die übliche Größe, doch es geht auch kleiner, zum Beispiel WS 3535 oder WS 2020. Diese Pixel sind zwar einzeln erhältlich, aber gewöhnlich kaufen Sie Lichterketten, Leuchsticks, Ringe oder Paneele [1](#). Egal, wie die Form ausfällt, die Pixel hängen stets elektrisch in einer Reihe.

Wichtiger als die Bauform ist der verwendete integrierte Schaltkreis (IC). Der erwähnte WS2812B ist einer davon, daneben gibt es noch andere wie den APA102, den AP102C, den SK9822 oder den SK6812. Der IC bestimmt die Ansteuerung. So nutzen die erstgenannten LEDs ein SPI-Protokoll, während WS2812B und SK6812 lediglich eine Datenleitung benötigen. Dafür bieten APA102/AP102C und SK9822 eine höhere PWM-Frequenz und Datenrate. Darüber hinaus verfügt der SK6812 außer über die integrierten



RGB-LEDs über eine rein weiße Leuchtdiode. Eine gute Übersicht über die verschiedenen Varianten und Eigenschaften finden sie bei stripsledlight.com

NeoPixel

Dem Einfluss von Adafruit ist es zu verdanken, dass NeoPixel nicht nur beliebt und überaus erschwinglich, sondern auch zu einem Synonym für verkettete LEDs geworden sind. Adafruit-Produkte sind üblicherweise teuer, da aber die Pixel selbst nur von einer Handvoll Herstellern stammen und die Verschaltung keine Herausforderung für moderne Produktionstechniken ist, sind Sie nicht auf Originalprodukte angewiesen. Die folgenden Abschnitte konzentrieren sich auf NeoPixel, aber sinngemäß lassen sie sich problemlos auf alle verkettbaren LEDs übertragen.

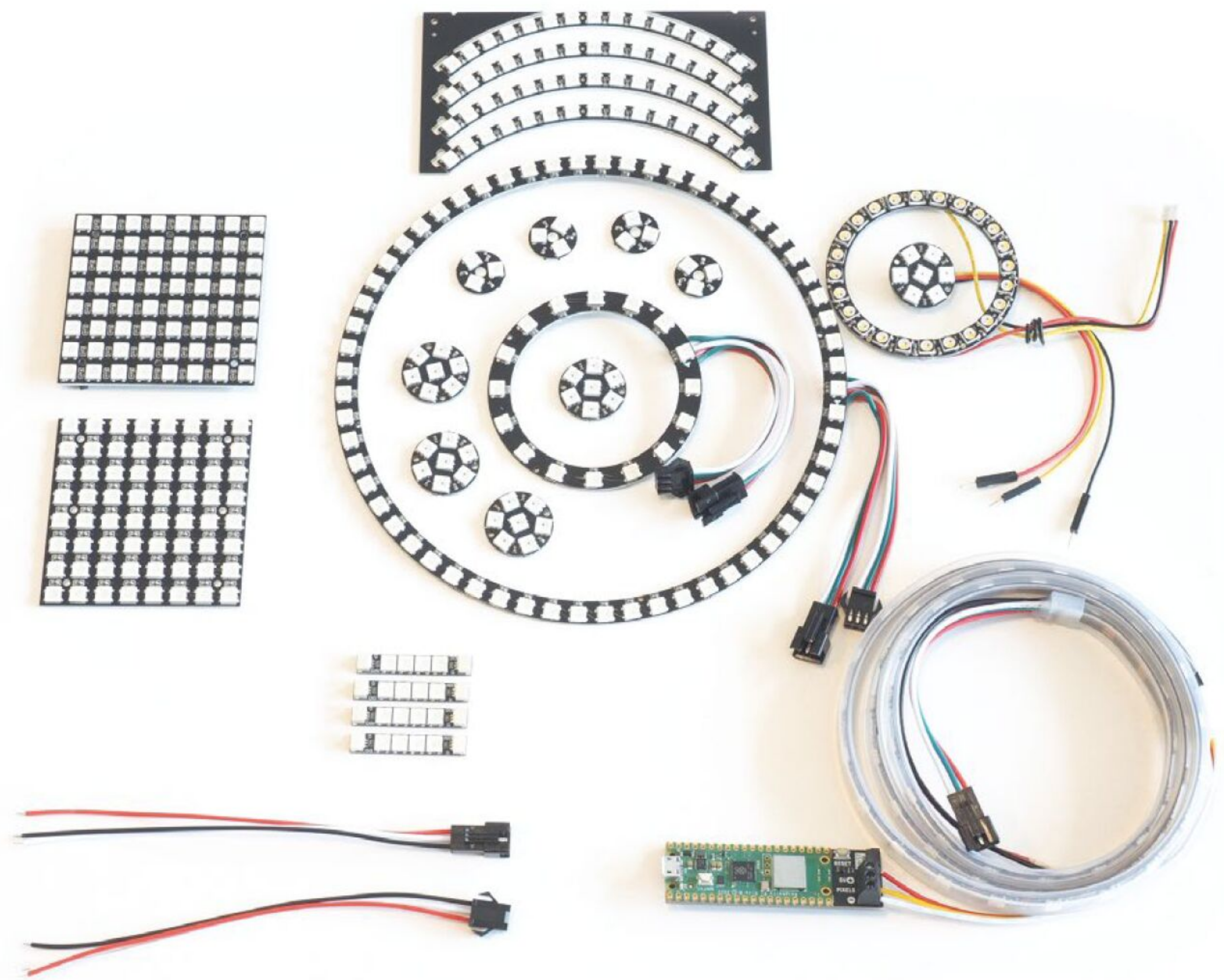
Schon ein einzelner Pixel braucht im Gegensatz zur RGB-LED nur eine Datenleitung, über die ihm der Mikrocontroller (MCU) 3 Bytes schickt. Bei den Leuchtmitteln finden Sie deshalb vier Anschlüsse: Neben Masse und Spannung gibt es Data-in und Data-out. Letzterer kommt an den Data-in-Pin des nächsten Pixels, und der IC des ersten leitet „überflüssige“ Bytes einfach weiter.

Für die Steuerung von Hunderten von Pixeln ist auf Mikrocontroller-Seite hardwaretechnisch also genauso viel zu tun wie für einen. Die Musik spielt stattdessen in der Software, denn der Steuerrechner muss alle Bytes sämtlicher Pixel richtig auf die Leitung schicken.

WS2812B weisen eine Datenrate von 800 kbps auf und unterstützen eine PWM-Frequenz von 400 Hz. Das genügt für die meisten Animationen. Für die erfolgreiche Ansteuerung ist ein exaktes Timing auf der Datenleitung nötig. Für Mikrocontroller ist das kein Problem, für den Raspberry Pi als Multitasking-System dagegen sehr wohl. Deswegen benötigt er einen speziellen Treiber, der DMA (Direkt Memory Access) verwendet und auf diese Weise die CPU umgeht.

Bauformen

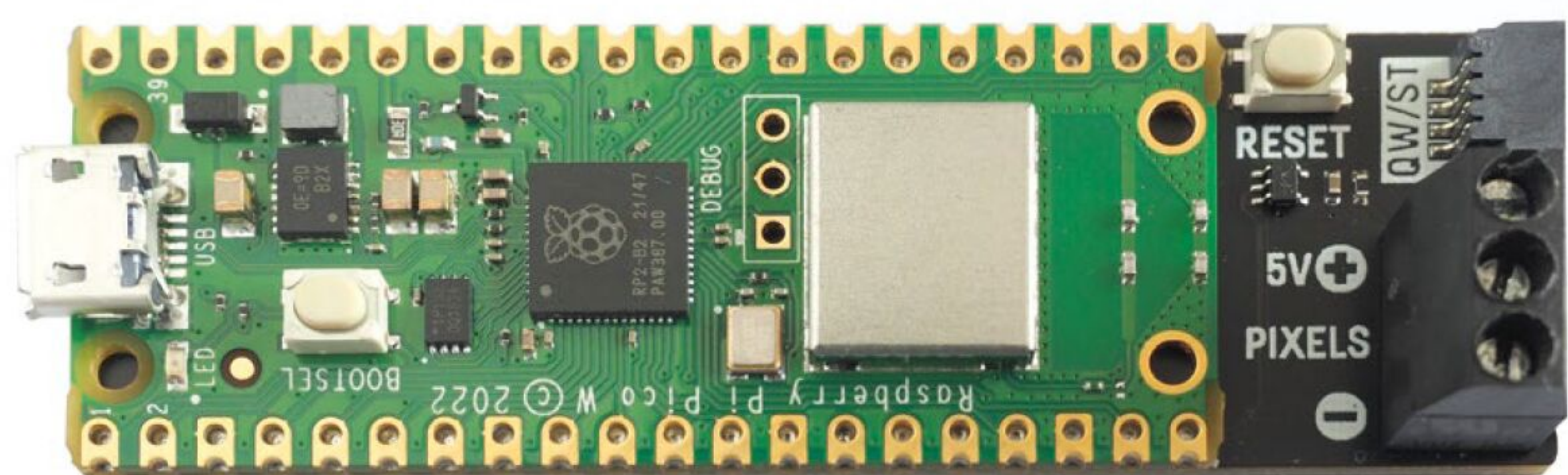
NeoPixel gibt es passend für unterschiedliche Anwendungszwecke und in allen nur erdenklichen Bauformen. Bei den



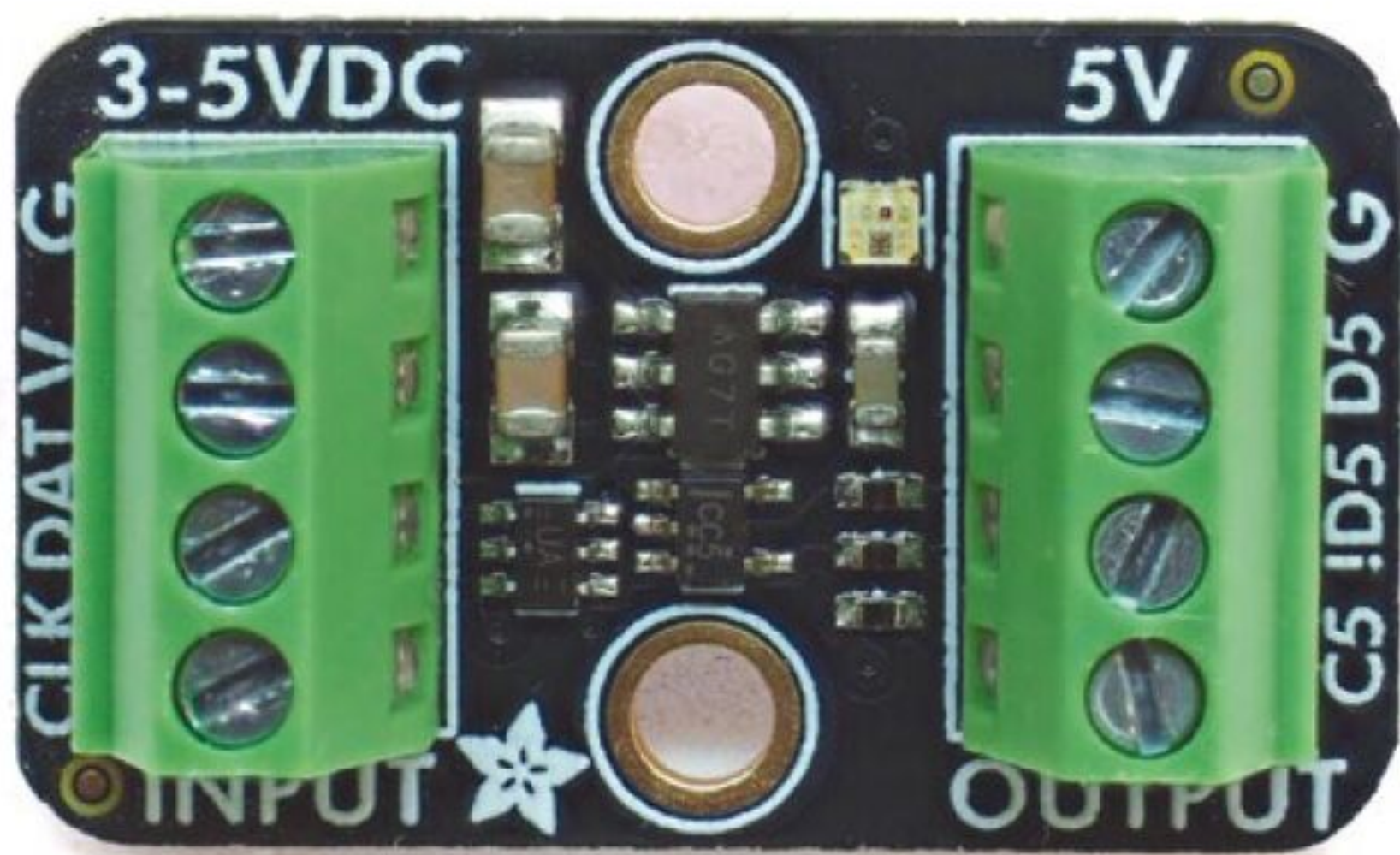
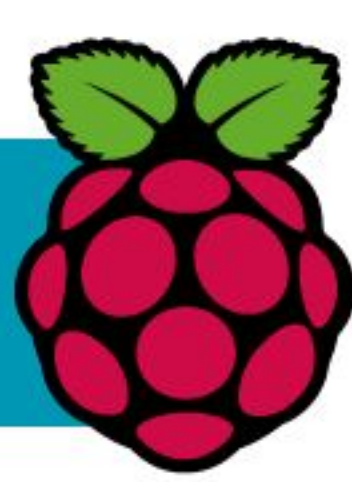
1 Elektrisch gesehen, spielt die Form der NeoPixel-Konfektionen keine Rolle.

Einzeldioden in der Mitte, die wie herkömmliche LEDs aussehen, handelt es sich um eher seltene Exemplare. Sie müssen sie bei Bedarf gezielt suchen. Die gängigen Varianten setzen auf die Surface-Mount-Device-Bauform (SMD), die sich allerdings als Einzelpixel je nach Ausführung entweder nur schwer oder gar nicht per Hand löten lassen.

Vorkonfektionierte Leuchtmittel sind häufig mit zwei angelöteten Anschlüssen (JST-SM-Buchse und Stecker) am Anfang und Ende der Pixelkette versehen. Das erleichtert das Zusammenschalten, da die einheitlichen Stecker/Buchsen weitverbreitet sind. Die dazu passenden dreiadrigen Anschlusskabel können Sie ebenfalls für wenig Geld erstehen. Da der Pin-Abstand der Stecker 2,54 mm beträgt, können Sie für einen schnellen Test auch normale DuPont-Jumperkabel anstecken. Als Dauerlösung taugt das jedoch auf keinen Fall.



2 Das Plasma 2040 W besitzt einen Spannungswandler und ein passendes Terminal.



3 Die Breakout-Platine für den Adafruit Pixel Shifter sitzt zwischen dem Mikrocontroller und den Leuchtmitteln.

Strom

Es ist ein Mythos, dass NeoPixel hohe Stromstärken benötigen. Eine normale Leuchtdiode braucht ungefähr 20 Milliampere, eine RGB-LED das Dreifache, und so ist es auch bei den WS2812B. Die Menge macht den Unterschied. Ein paar Pixel für eine Statusanzeige belasten das Strombudget nicht, aber schon die Pixelquadrate mit 8 x 8 Pixeln 1 ziehen insgesamt 64 mal 60 mA, was stolzen 3,8 A entspricht. Diesen Wert erreichen Sie allerdings nur bei voller Helligkeit, das heißt, alle Pixel sind weiß und an.

Üblicherweise fällt der Strombedarf deutlich geringer aus. Bei 10 Prozent Helligkeit hält sich die Aufnahme im Rahmen dessen, was eine USB-Buchse liefert. Für das Pixelquadrat benötigen Sie bei diesem Wert trotzdem immer noch eine starke Sonnenbrille. Hinzu kommt, dass bei normalen Anwendungen nicht alle Pixel angeschaltet sind. Trotzdem sollten Sie vorsichtig sein und beim Programmieren am besten die Stromversorgung und die USB-Verbindung getrennt halten – ausgebrannte USB-Buchsen am Laptop oder PC sind schwer zu ersetzen. Eine Option bilden hier spezielle USB-Kabel ohne Spannungsleitung. Bei sehr langen Ketten kommen Sie außerdem um eine Mehrfacheinspeisung des Stroms nicht herum.

Spannung

WS2812B-LEDs sind auf 5 Volt Versorgungsspannung und 5-Volt-Logik ausgelegt. Die üblichen SBCs und Mikrocontroller wie der Raspberry Pi und der Pi Pico arbeiten jedoch mit 3,3-Volt-Logik. Für die Datenleitung muss also ein Spannungswandler her. Es gibt zwar auch 12-V-Lichterketten mit den verwandten Treiber-ICs WS2811 und WS2815, aber für Bastelprojekte eignen sie sich nicht.

Auf den Spannungswandler können Sie in vielen Situationen verzichten. Auch mit 3,3 Volt laufen NeoPixel, zumindest wenn es nur eine Handvoll sind. Für die Versorgungsspannung ist 3V3 jedoch keine gute Option, weil die 3V3-Pins nicht genug Strom liefern. 5 Volt vom USB-Pin für die Spannungsleitung und einen normalen Pin für die Datenleitung funktioniert oft. Allerdings gibt es dafür

keine Garantie, und Sie müssen das im Einzelfall ausprobieren. Nach meinen Erfahrungen sind NeoPixel mit der Zeit immer toleranter geworden.

Ein bessere Option als handverdrahtete Spannungswandler sind spezielle Boards, die den Baustein bereits mitbringen. Sie verfügen zudem über passende Terminals für Lichterketten. Auf Abbildung 2 sehen Sie ein Exemplar aus der Plasma-Serie von Pimoroni. Auch Adafruit bietet entsprechende Boards an. Eine Alternative sind auf NeoPixel ausgelegte Breakouts wie der Pixel Shifter von Adafruit 3. Der kommt einfach zwischen MCU und die Leuchtmittel.

Anwendungen

Anwendungsbeispiele für NeoPixel gibt es wie den sprichwörtlichen Sand am Meer. Für eigene Projekte bieten sich jedoch spezialisierte Bibliotheken an. Die unterste Schicht der Treiberbibliotheken abstrahieren dabei die Daten und gewährleisten das richtige Timing auf der Datenleitung. Statt mit Bytes arbeiten Sie mit Listen/Arrays von Pixeln, deren Farbe Sie per RGB-Werte setzen. Das sieht dann etwa so aus wie in Listing 1.

Das Beispiel definiert eine Pixelkette mit 64 Pixeln, setzt alle Pixel auf Rot, zeigt das fünf Sekunden lang an und deinitialisiert die Kette wieder. Interessanter sind animierte Sequenzen, beispielsweise indem die Pixelfarben das ganze Farbspektrum abdecken und sich fast unmerklich verändern. Obwohl das nur wenige Zeilen Code sind, geht das mit speziellen Animationsbibliotheken deutlich einfacher. Sie sorgen häufig ebenfalls dafür, dass die Effekte asynchron laufen.

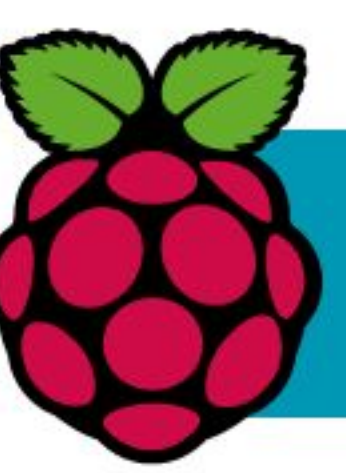
Ein zweites Beispiel zeigt, wie einfach sich Anwendungen mit NeoPixeln gestalten. Als Grundlage dient ein Ring aus 60 Pixeln. Damit programmieren Sie eine moderne Uhr mit wenigen Zeilen Code. Nach der Initialisierung und der Definition der Farben für Sekunden, Minuten und Stunden läuft das Programm in einer Endlosschleife. Darin setzt es alle Pixel zurück (Listing 2, Zeile 18) und füllt die Pixel bis zum aktuellen Wert des „Sekundenzeigers“ auf (Zeile 20 f.). Die Einzelpixel für Minute und Stunde kommen zuletzt – sie überschreiben zur Not die Sekundenfarbe. Das Programm unter-

Listing 1: Pixel ansteuern

```
import board
import neopixel
import time

pixel_pin = board.DATA
num_pixels = 64
RED = (255,0,0)

strip = neopixel.NeoPixel(
    pixel_pin,
    num_pixels,
    brightness=0.1,
    auto_write=False)
strip.fill(RED)
strip.show()
time.sleep(5)
strip.deinit()
```

schlägt dabei die korrekte Initialisierung der Zeit, doch dafür existieren zahlreiche Beispiele im Netz. Den kompletten Code [finden Sie auf Github](#).

Pixel per Browser steuern

Eine beliebte Anwendung ist das Fernsteuern von Pixeln über einen Webbrowser. Dafür läuft auf der MCU ein kleiner Webserver. Der Nutzer wählt Pixelfarben und Animationen über eine möglichst schöne Weboberfläche aus. Dafür gibt es unzählige Beispiele im Netz, etwa für MicroPython [und speziell für das Plasma-2350-W-Board von Pimoroni](#).

Wer es professioneller möchte, nutzt das WLED-Projekt [. Die Software läuft auf ESP32/ESP8266-Boards. Per Webserver setzen Sie mehr als 100 Spezialeffekte um, wählen aus 50 Farbpaletten und steuern bis zu zehn LED-Streifen. Das Projekt ist so erfolgreich, dass es Einzug in kommerzielle Produkte gehalten hat. Eine Suche auf den üblichen Marktplätzen nach „WLED Controller“ fördert passende Geräte in Preisklassen bis 50 Euro](#)

zutage. Die Geräte verfügen nicht nur über eine ESP32-Platine, sondern übernehmen auch die Stromversorgung und Sicherungen – ein Muss bei hohen Stromstärken (Abbildung [4](#), Mitte). Die teureren Versionen unterstützen zudem per Mikro soundgesteuerte Lichteffekte.

Für die Integration in eigene Projekte eignen sich kleinere Boards besser. Von Adafruit gibt es eine ganze Serie von Sparkle-Boards wie den kleinen Sparkle-Motion-Stick [. Die Stromversorgung erfolgt dabei über den USB-A-Stecker. Ähnliche Boards wie vorne auf Abbildung \[4\]\(#\) bis hin zu rohen Platinen erhalten Sie auch bei anderen Herstellern.](#)

Fazit

Ob eigenes Bastelprojekt oder einfach nur Beleuchtung: Die steuerbaren, verketteten Lichtpixel eröffnen viele Möglichkeiten. Fast jedes Projekt profitiert von ein paar dezenten Lichteffekten. Die Technik und die verfügbare Software ist ausgereift. Dementsprechend niedrig liegt die Einsatzhürde. (csf) ■



4 WLED-Controller gibt es in den verschiedensten Ausführungen von Maxi bis Mini.

Listing 2: Simple Zeitanzeige

```
01 import board
02 import neopixel
03 import time
04
05 pixel_pin = board.D4
06 num_pixels = 60
07 COLOR_SEC = (0,255,255)
08 COLOR_MIN = (255,255,0)
09 COLOR_STD = (255,0,0)
10
11 pixels = neopixel.NeoPixel(
12     pixel_pin,
13     num_pixels,
14     brightness=0.05,
15     auto_write=False)
16 while True:
17     start = time.monotonic()
18     pixels.fill(0)
19     ts = time.localtime()
20     for i in range(ts.tm_sec):
21         pixels[i] = COLOR_SEC
22     pixels[ts.tm_min] = COLOR_MIN
23     pixels[ts.tm_hour%12*5+ts.
24         tm_min//12] = COLOR_STD
25     pixels.show()
26     time.sleep(1 - (time.
27         monotonic()-start))
```

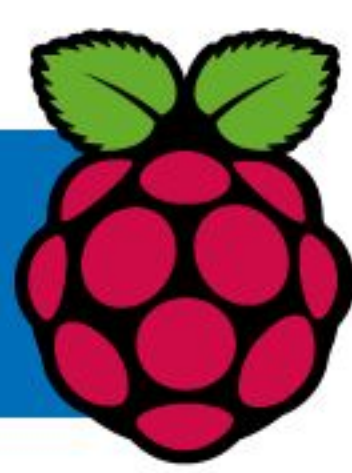


Weitere Infos und
interessante Links

www.raspi-geek.de/qr/53236

Der Autor

Bernhard Bablok genießt seinen Ruhestand. Wenn er nicht Musik hört oder mit dem Rad respektive zu Fuß unterwegs ist, beschäftigt er sich mit Themen rund um Linux, Programmierung und Kleinrechner. Sie erreichen ihn unter mail@bablokb.de.



RasPi zwischen Speicherkrise und Kurshoch

Aprilscherz?

Nicht nur hat Raspberry Pi Plc. schon wieder an der Preisschraube gedreht, der 1. April 2026 brachte auch ein neues Brückenmodell und ein Hoch am Aktienmarkt. Marius Quabeck

Der 1. April 2026 war für die Raspberry Pi Plc. ein Tag der Extreme: Vormittags veröffentlichte die Firma den Geschäftsbericht zum Jahresabschluss 2025. Der trieb die Aktie kurz um über 60 Prozent in die Höhe. Wenige Stunden später kündigte CEO Eben Upton die nächste Runde Preiserhöhungen für Einplatinencomputer, Compute Modules und Tastatur-PCs an, begleitet von einem neuen Brückenmodell mit 3 GByte RAM. Hintergrund ist die anhaltende Verknappung bei der Produktion von LPDDR4-Speicher.

Die Ursachen für die aktuelle Situation liegen außerhalb des Einflussbereichs des Herstellers. Durch den Ausbau von KI-Rechenzentren und die damit verbunden steigende Nachfrage nach DRAM in sämtlichen Geschmacksrichtungen sind die Speicherpreise drastisch gestiegen. Upton beziffert die Teuerung beim für den Raspberry Pi 4 und 5 verwendeten LPDDR4-DRAM auf den siebenfachen Wert gegenüber dem Vorjahr. Im Geschäftsbericht heißt es, dass die aktuelle Angebotslage am DRAM-Markt voraussichtlich über das laufende Jahr hinaus bestehen bleibt, auch wenn mittelfristig durch Kapazitätserweiterungen in den Halbleiter-Foundries und kurzfristig durch eine Nachfrageelastizität etwas Entspannung zu erwarten ist.

Die Raspberry Pi Plc. reagiert auf die Entwicklung seit Herbst 2025 mit schrittweisen Preisanpassungen. Einzelne 4- und 8-GByte-Produkte stiegen im Oktober 2025 um 5 bis 10 US-Dollar, im Dezember folgte eine weitere Runde, begleitet von der Einführung des Raspberry Pi 5 mit 1 GByte RAM, im Februar 2026 eine dritte. Die am 1. April 2026 angekündigte vierte Runde betrifft nun praktisch alle Produkte, in denen LPDDR4-Speicher in nennenswerter Menge zum Einsatz kommen. Laut Upton steigen die in US-Dollar ausgewiesenen unverbindlichen Herstellerpreise abhängig von der Speicherbestückung deutlich an. Weitere Information dazu stehen in der Tabelle [Modelle und Preiserhöhungen](#).

In der Praxis bedeutet das: Ausgehend von den neuen Herstellerpreisen landet ein RasPi 5 mit 4 GByte RAM nach Umrechnung und Mehrwertsteuer bei rund

100 Euro, beim RasPi 4 mit 4 GByte liegt der rechnerische Straßenpreis zwischen 78 und 90 Euro. Die tatsächlichen Shop-Preise rangieren erfahrungsgemäß um mindestens 20 Euro über den errechneten Listenwerten. Besonders schmerzhaft trifft es Kunden, die für größere Stückzahlen kalkulieren, etwa im industriellen Einsatz oder im Bildungsbereich.

Zum Redaktionsschluss lag der durchschnittliche Straßenpreis für einen RaPi 5 mit 8 GByte RAM bei knapp 200 Euro, die 16-GByte-Variante wechselte für rund 330 Euro den Besitzer – Werte, die noch vor einem Jahr für komplette Mini-PC-Systeme aufgerufen wurden. Das Topmodell RasPi-500+ verteuert sich durch die Speicherpreise und zusätzliche Kostensteigerungen bei der verbauten 256-GByte-SSD am deutlichsten.

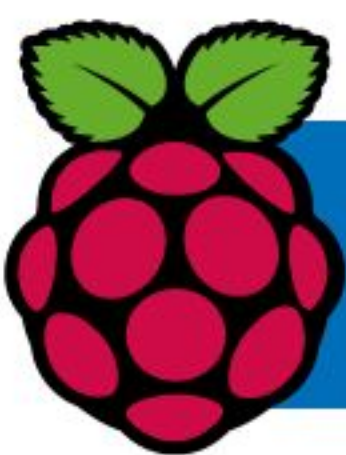
Verschont bleiben dagegen die klassischen Modelle. Der RasPi 3, 3B+, 3A+, der Pi Zero, Zero W und Zero 2 W sowie die Compute Modules 1 und 3+ nutzen das ältere LPDDR2-DRAM. Von diesem Speichertyp hat die Raspberry Pi Plc. angeblich genug eingelagert, um die Produktion unabhängig vom derzeitigen Marktumfeld fortführen zu können. Auch der RasPi 400 mit 4 GByte bleibt bei 60 US-Dollar. Die Einstiegsvarianten des RasPi 4 und 5 mit einem oder 2 GByte RAM halten Preise zwischen 35 und 65 US-Dollar. Upton empfiehlt explizit, bei Neuprojekten zu prüfen, ob tatsächlich die volle Speicherausstattung nötig ist oder ein kleineres Modell genügt.

README

Die momentane Krise am Speichermarkt macht auch vor Raspberry Pi nicht Halt. Zum 1. April 2026 verkündete das Unternehmen allerdings nicht nur die damit in Zusammenhang stehende Preissteigerung.

The screenshot shows the product page for the Raspberry Pi 5 B on the Reichelt website. The product is listed as 'Raspberry Pi 5 B, 4x 2,4 GHz, 16 GB RAM, WLAN/ BT' with an article number of RASP PI 5 B 16GB. The price is 366,50 € including 19% VAT and shipping costs. A note indicates that due to supply shortages and rising memory prices, the product is only available in limited quantities. The page also shows a search bar, navigation menu, and a 'Direktbestell' button.

1 Das Raspberry Pi 5 mit 16 GByte schlägt Mitte April 2026 mit einem stattlichen Preis zu Buche – tatsächlich rechnet der sich sehr wahrscheinlich bei keinem Projekt.



Brückenmodell aus der Not

Parallel zu den Preiserhöhungen hat die Raspberry Pi Plc. am 1. April eine neue Variante des Raspberry Pi 4 vorgestellt. Das Modell mit 3 GByte RAM liegt preislich bei 83,75 US-Dollar, in deutschen Shops sind rund 95 Euro fällig. Der neue Pi schließt die Lücke zwischen 2-GByte- und der 4-GByte-Version [↗](#). Upton betonte trotz des Datums ausdrücklich, es handele sich um keinen Aprilscherz – die Variante sei genauso real wie der Rest des Portfolios und bei Approved Resellern weltweit erhältlich. Die Verwirrung in den Kommentaren unter dem Blogbeitrag lässt erahnen, dass die Wahl des Veröffentlichungszeitpunkts nicht bei allen Lesern für Klarheit gesorgt hat.

Die Speichergröße von 3 GByte ist aus Architektursicht ungewöhnlich. Der RasPi 4 verfügt auf der Platine über zwei Footprints für RAM-Bausteine, die eine doppelseitige Bestückung erlauben. In der Community verweist man vermuthungsweise auf die Produktänderungsmitteilung PCN45. Sie solle die Dual-RAM-Slot-Fähigkeit beschreiben. So liegt die Vermutung nahe, dass der Hersteller auf der neuen Variante zwei 1,5-GByte-Bausteine verlötet und damit die doppelseitige Bestückung ausnutzt. Beim 5er-Modell gibt es das nicht, weshalb dort keine Zwischengröße funktioniert.

Die strategische Logik hinter dem neuen Modell ist klar: Während die Raspberry Pi Plc. die 4- und 8-GByte-Versionen aufgrund der DRAM-Preise nicht mehr zum gewohnten Niveau anbieten kann, braucht es ein Einstiegsmodell, das zwischen den ganz kleinen Varianten und den teureren Mittelklasse-Boards vermittelt. Mit 3 GByte RAM ist der neue Raspi 4 für viele typische Anwendungsfälle im Homelab, im Bildungsbereich oder für Standard-Desktop-Einsätze gut gerüstet. Für einen schlanken Linux-Desktop mit Browser, Terminal und leichten Entwicklungsaufgaben genügt der verfügbare Speicher. Auch für Container-Workloads wie einen Homeserver mit Pi-hole, einem lokalen MQTT-Broker oder einer kleinen Datenbank bleibt noch Luft nach oben.

Uptons begleitende Empfehlung unterstreicht die Pragmatik der Lösung, grundsätzlich nicht mehr Speicher einzuplanen als tatsächlich benötigt. Das

„Right-Sizing“ ist zwar eine alte Faustregel, gewinnt im aktuellen Marktumfeld aber zusätzliches Gewicht: Wer sein Projekt mit 2 oder 3 GByte statt mit 8 GByte betreibt, spart nicht nur Geld, sondern entlastet auch den DRAM-Markt. Realistisch betrachtet bleibt dennoch festzuhalten, dass eine 3-GByte-Konfiguration historisch eher als Notbehelf denn als Wunschziel auftaucht.

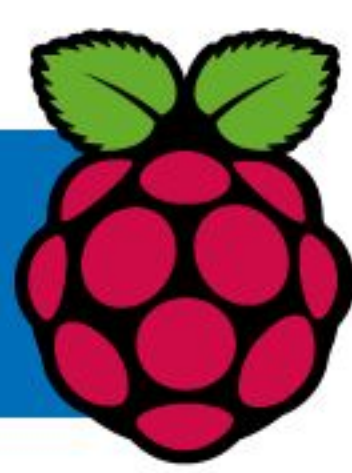
Wenn sich die Speicherpreise wieder normalisieren, dürfte die Variante ihren Reiz verlieren. Sie reiht sich damit in eine Familie von Notlösungen ein, allerdings mit einer anderen Logik als der direkte Vorgänger: Während der 2025 veröffentlichte RasPi 5 mit 1 GByte RAM, wie das Linux-Magazin [↗](#) beleuchtet hat, primär aus einer vertraglichen Notwendigkeit heraus entstand, um über die 45-US-Dollar-Klausel der Trademark-Vereinbarung zwischen Raspberry Pi Ltd und Raspberry Pi Foundation die Markenrechte weiter zu sichern, ist der 3-GByte-RasPi ein rein preislich motiviertes Brückenmodell. Gemeinsam ist beiden, dass sie Kinder der Speicherkrise sind und ohne die Markterwerfungen im DRAM-Sektor in dieser Form mit ziemlicher Sicherheit niemals aufgelegt worden wären.



© Raspberry Pi Plc.

2 Wegen der 256-GByte-SSD verteuert sich der Pi 500+.


Modelle und Preiserhöhungen		
Produkt	Variante	Erhöhung
Raspberry Pi 4 und 5	4 GByte	25 US-Dollar
Raspberry Pi 4 und 5	8 GByte	50 US-Dollar
Raspberry Pi 5	16 GByte	100 US-Dollar
Raspberry Pi 500	4 GByte (einzige Variante)	50 US-Dollar
Raspberry Pi 500+	16 GByte	150 US-Dollar
Compute Module 4/4S	1 GByte	11,25 US-Dollar
Compute Module 4/4S/5	2 GByte	12,50 US-Dollar
Compute Module 4/4S/5	4 GByte	25 US-Dollar
Compute Module 4/4S/5	8 GByte	50 US-Dollar
Compute Module 5	16 GByte	100 US-Dollar
Devkit für Compute Module 5	Komplett-Bundle	25 US-Dollar
Raspberry Pi AI HAT+ 2	Beschleuniger-HAT	50 US-Dollar



© Raspberry Pi Plc.

3 Es dürfte kaum gelingen, die Preiserhöhungen im laufenden Jahr zurückzunehmen.

Springender Kurs

Dass die Raspberry Pi Plc. trotz all dem wirtschaftlich sehr solide dasteht, zeigt der am Vormittag des 1. April vorgelegte Geschäftsbericht für das Jahr 2025. Die Anleger nahmen ihn begeistert auf: Die an der London Stock Exchange unter dem Kürzel RPI gehandelte Aktie legte am Berichtstag laut Marktdaten zunächst rund 24 Prozent auf 363 Pence zu, zwischenzeitlich sogar über 60 Prozent . Im Euro-Gegenwert erreichte das Papier am Vormittag 5,60 Euro und lag damit über dem Februarhoch, als kurzzeitige Spekulationen rund um KI-Anwendungen auf Raspberry-Pi-Hardware den Kurs getrieben hatten. Im weiteren Tagesverlauf pendelte sich der Kurs bei 5,20 Euro ein. Zum Einholen des Vorjahreswerts genügt das trotz des Sprungs nur knapp, und das Allzeithoch von über 9 Euro Anfang 2025 bleibt außer Reichweite.

Die Zahlen des Hochlaufs zusammengefasst: Der Umsatz kletterte 2025 um 25 Prozent auf 323,2 Millionen US-Dollar (Vorjahr: 259,5 Millionen). Der Nettogewinn legte um 85 Prozent auf 21,7 Millionen US-Dollar zu, das bereinigte EBITDA stieg um 25 Prozent auf 46,4 Millionen US-Dollar. Der Gewinn des Unternehmens vor Steuern wuchs um 63 Prozent auf 26,5 Millionen US-Dollar, das bereinigte Ergebnis pro Aktie um 35 Prozent auf 14,48 US-Cent. Die Bruttomarge blieb mit 24,1 Prozent nahezu stabil (Vorjahr 24,4 Prozent) – ein bemerkenswerter

Wert angesichts der steigenden LPDDR4-Kosten im zweiten Halbjahr 2025. Für Forschung und Entwicklung gab man auf bereinigter Basis 11,2 Millionen US-Dollar aus, 29 Prozent mehr als im Vorjahr.

Ein besonders interessanter Punkt betrifft die Stückzahlen: Die Raspberry Pi Plc. hat im Jahr 2025 erstmals in ihrer Firmengeschichte mehr einzelne Mikrocontroller verkauft als Einplatinencomputer und Module. 8,4 Millionen Mikrocontroller-Chips, vor allem der haus-eigene RP2040 und die RP2350-Familie, stehen 7,6 Millionen ausgelieferten Boards und Modulen gegenüber.

Im Ausblick äußert sich Upton zuversichtlich, aber realistisch. Die starke Dynamik aus dem zweiten Halbjahr 2025 setze sich Anfang 2026 fort, sowohl bei OEM-Kunden als auch im Reseller-Geschäft. Gleichzeitig räumt man ein, dass die DRAM-Situation die Prognosen für das zweite Halbjahr einschränkt. Im Geschäftsbericht heißt es, man verfüge trotz der schwierigen Lage über die nötigen Lagerbestände, Lieferantenbeziehungen und Preisgestaltungsflexibilität, um die Situation zu meistern. Die Rentabilität für das Gesamtjahr soll in etwa den Marktschätzungen entsprechen, der Umsatz aber deutlich höher ausfallen, was den höheren Durchschnittspreisen geschuldet sein dürfte. Konkrete Zahlen dazu nennt die Firma nicht.

Fazit

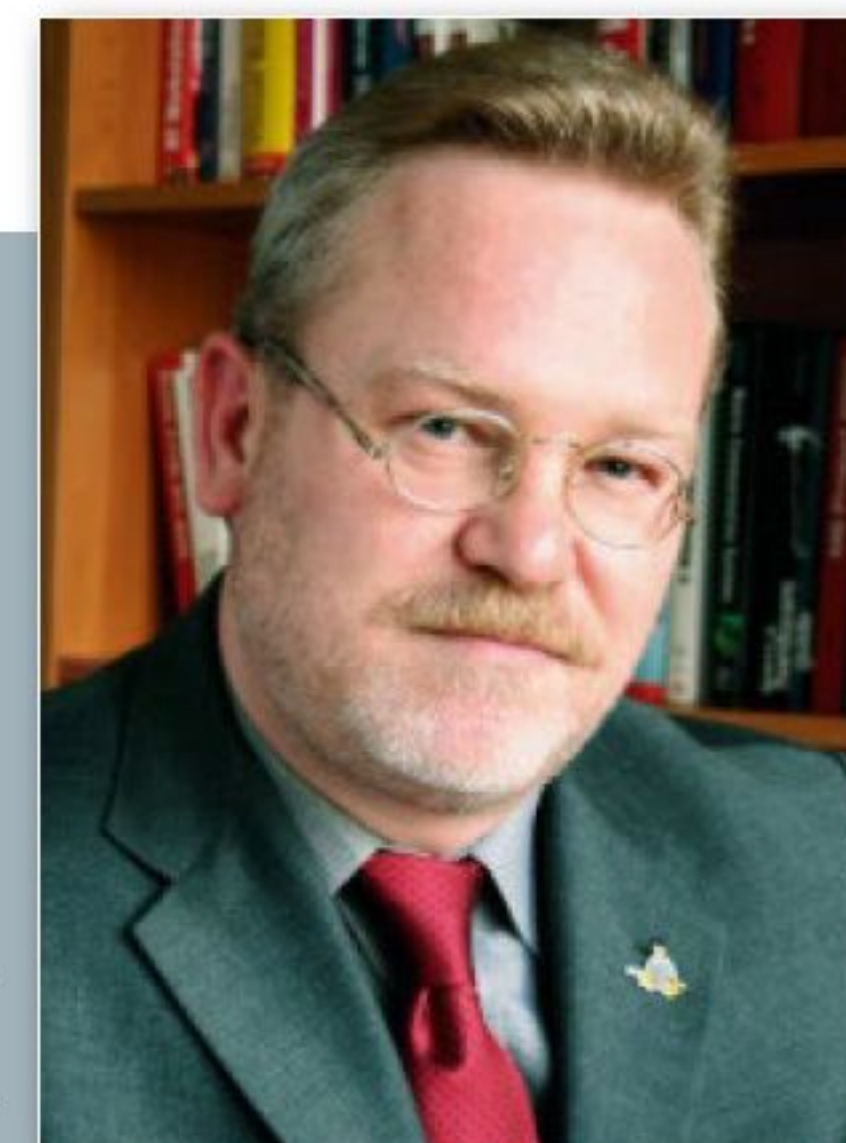
Für die RasPi-Community fällt die Bilanz des 1. April 2026 gemischt aus: Auf der einen Seite steht ein wirtschaftlich stabiler Hersteller, der seine Halbleiterstrategie erfolgreich ausbaut und von Anlegern mit einem deutlichen Kurssprung belohnt wird. Auf der anderen Seite stehen Anwenderinnen und Anwender, für die die beliebten Einplatinencomputer spürbar teurer geworden sind und es im Laufe des Jahres voraussichtlich bleiben werden. Das neue 3-GB-Modell des Raspberry Pi 4 ist eine Art pragmatischer Kompromiss, der die aktuelle Zwischmühle zwischen Einkaufspreisen und Kundenerwartungen illustriert. Entspannung ist aber erst jenseits des laufenden Geschäftsjahrs in Sicht, vorausgesetzt, die von der KI-Nachfrage getriebene DRAM-Knappheit ebbt ab. (csi) ■



Weitere Infos und interessante Links

www.raspi-geek.de/qr/53744

Tal der Tränen




Jörg Luther
Chefredakteur

Liebe Leserinnen und Leser,

kaum zu glauben, aber Donald Trump ist nicht an allem schuld, was derzeit unrund läuft. OK, mit seiner unsinnigen Zollpolitik hat er ganze Marktwirtschaften durcheinandergebracht und die Inflation weltweit kräftig angeschoben. Und dank seiner völlig planlosen Bombing-a-country-near-you-Aktion am persischen Golf – Epic Failure, oder wie heißt die Operation noch gleich? – tränen uns mittlerweile bei jedem Besuch an der Tanke die Augen. Sogar mir, und ich fahre einen Hybrid.

Daran, dass mir inzwischen auch beim Einkauf von Hardware die Tränen in die Augen steigen, kann der GröPraZ allerdings ausnahmsweise einmal nichts. Dafür darf ich mich bei Elon Musk, Sam Altman, dem Ehepaar Amodei und den anderen Granden der künstlichen Intelligenz bedanken: Rund um die ganze Welt sprießen die KI-Rechenzentren wie Pilze aus dem Boden. Und damit die Rechner dort unsinnige Pseudofakten halluzinie-

ren, miese Fake-Videos noch schlechter vertonen und Bilder von dreibeinigen Katzen und siebenfingerigen Menschen zusammenkleistern können, brauchen sie jede Menge Arbeitsspeicher. In der Folge schlägt das Gesetz von Angebot und Nachfrage unerbittlich zu: Die Preise für DRAM sind mittlerweile in schwindelerregende Höhen gestiegen.

Mich persönlich und mit mir vielen Open-Source- und DIY-Enthusiasten tut das vor allem an einer Stelle weh: beim Einkauf von Einplatinencomputern für das nächste Projekt. Wir reden hier nicht vom sprichwörtlichen Pappenstiel: Wie Raspberry-Pi-Vater Eben Upton beim Ankündigen  der jüngsten Preiserhöhungsrunde am 1. April im Nebensatz erwähnte, ist das im RasPi 4 und 5 verbaute LPDDR4-DRAM mittlerweile sieben Mal teurer als im Vorjahr! Zu Redaktionsschluss lag denn auch der Straßenpreis für einen RasPi 5 mit 8 GByte RAM bei knapp 200 Euro, die 16-GByte-Variante wechselte im Schnitt für rund 330 Euro den Besitzer. Das sind Preise, wie sie noch vor einem Jahr für komplette Mini-PC-Systeme aufgerufen wurden.

Das tut nicht nur Tüftlern und Makern weh, sondern trifft auch Schulen und Bildungseinrichtungen, für die der Raspberry Pi ja eigentlich gedacht war. Bezahlbare digitale Bildung, auf Rechnern,

die mit Open Source laufen: Das wäre ein nachhaltiges Konzept für die Zukunft. Ich finde, wir sollten mehr darauf achten, die natürliche Intelligenz zu fördern, statt der künstlichen blind hinterherzulaufen.

Ein bescheidener Vorschlag für unsere Regierung, die ja momentan mal wieder dringend auf der Suche nach Haushaltsmitteln ist: Wie wäre es denn mit einer KI-Steuer, sagen wir 0,1 Eurocent pro Anfrage, zu entrichten durch die KI-Anbieter? Zweckgebunden zu verwenden für digitale Bildung an Schulen? Da könnte die nächste PISA-Studie dann schon erheblich erfreulicher ausfallen als die letzte.

Herzliche Grüße,

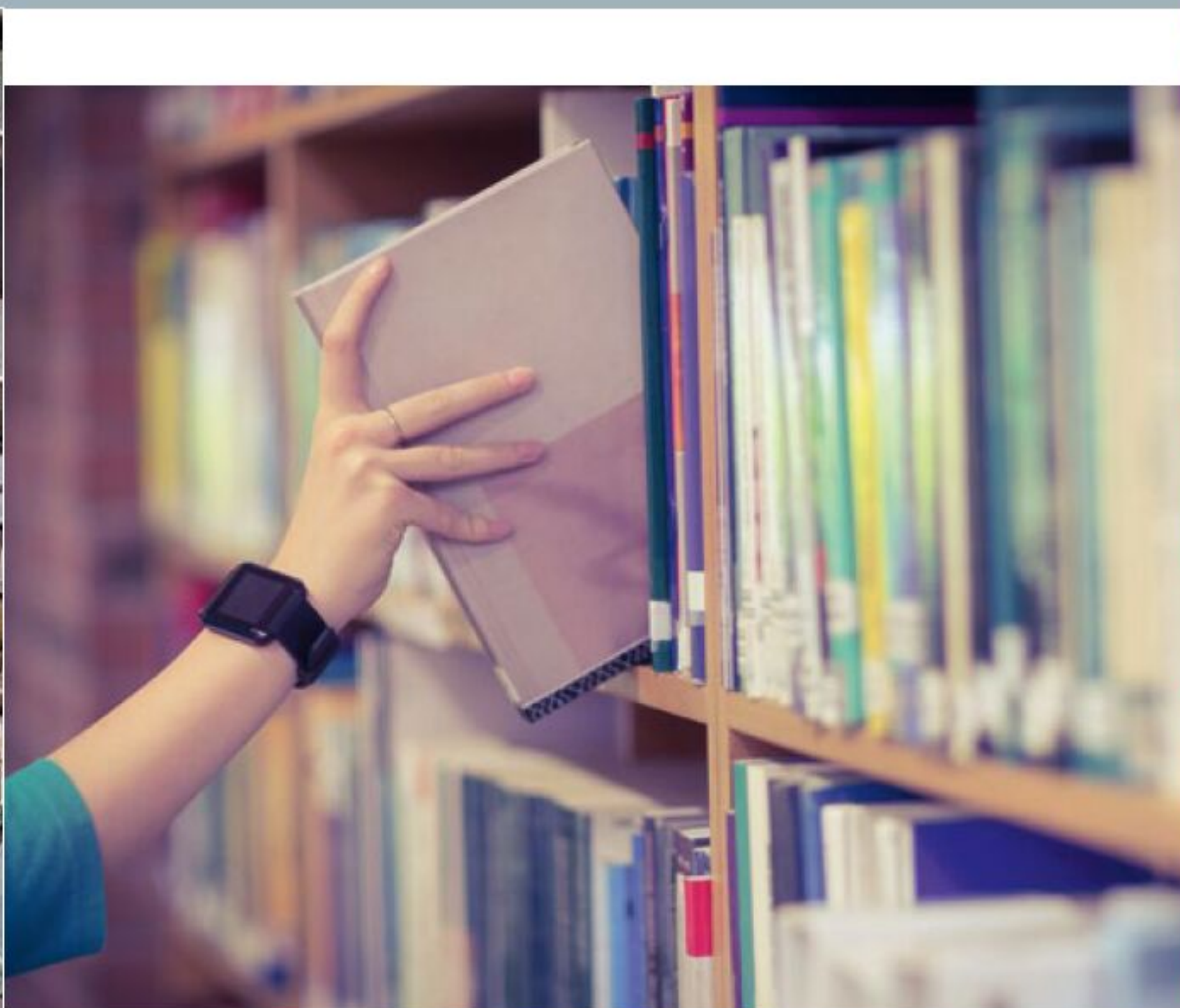


Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qr/53122



16 **Typst und Typesetter** positionieren sich als moderne LaTeX-Alternativen und überzeugen mit klarer Syntax und schneller Live-Vorschau.



22 Die beiden **Wiki-Anwendungen** DokuWiki und BookStack sind bestens für das Wissensmanagement und das kollaborative Arbeiten geeignet. Sie verfügen über alle nötigen Funktionen, ohne dabei überfrachtet zu wirken.



42 Die quelloffene Desktop-Anwendung **Private Prompts** erkennt in KI-Prompts sensible persönliche Informationen und maskiert sie.

Heft-DVD

VailuxOS 6

Das in Deutschland entwickelte VailuxOS will auf dem Desktop den nahtlosen Umstieg von proprietären Systemen wie Windows erleichtern.

Aktuelles

News: Software 10

Cat-Ersatz Bat 0.26.1, Dateimanager Clifm 1.27.1, Hosts-Editor Goodhosts 1.1.3, JSON-Stream-Editor Jq 1.8.1, Ausgaben zeitstempeln mit Logtimer 1.0.5, Programme parallelisieren mit Rust-parallel 1.21.0.

Report

10 Jahre RHL.....14

Ein Wochenende lang gemeinsam entspannt tüfteln: Seit mittlerweile 10 Jahren treffen sich FOSS-Interessierte zu den Rencontres Hivernales du Libre, kurz RHL.

6 VailuxOS legt ganz besonderes Augenmerk auf Windows-ähnliche Arbeitsabläufe. Damit möchte es Ein- und Umsteigern die Angst vor dem Wechsel in die Linux-Welt nehmen.

Schwerpunkt

Typst/Typesetter16

Mit klarer Syntax und einem wachsenden Ökosystem entwickelt sich Typst zunehmend zur modernen LaTeX-Alternative. Mit Typesetter steht ein nativer und funktionsreicher Editor für Gnome bereit.

Wiki-Software 22

Bei der Arbeit sammeln sich viele Informationen an, die strukturiert aufbereitet eine enorme Hilfe bei Alltagsaufgaben wären. Mit passender Wiki-Software beherrschen Sie die Informationsflut.

Schwerpunkt

Minarca.....30

Dank der einfachen grafischen Bedienführung sichern Sie mit dem Backup-Tool Minarca Ihre Daten im lokalen Netz im Handumdrehen und ohne große Mühe.

Praxis

Sudo vs. Doas 36

Sudo gilt als Standardwerkzeug für das Ausführen von Befehlen mit administrativen Rechten. Mit Doas gibt es jedoch eine leichtgewichtige Alternative. Wir sehen uns an, für welche Szenarien sich welches Tool besser eignet.





46 Dass das neue Leap16 einige Grundpfeiler verrückt, überrascht wenig. Dass Suse YaST durch **Cockpit** ersetzt, erstaunt dann doch.



72 **Ghostty**, ein Terminalemulator mit GTK4, Tabs und Kitty-Grafik, bietet mehr Features als viele seiner Konkurrenten. Etwas anders sieht es beim Steckpferd der Entwickler aus, der Performance: Hier bleibt er mittelmäßig.



84 Die Python-GUI-Bibliothek **wxPython** macht einen ausgereiften Eindruck. Grafische Oberflächen lassen sich damit leicht umsetzen.

Praxis

Private Prompts42

Wer KI-Dienste nutzt, füttert diese oft unbewusst mit sensiblen persönlichen Daten. Das Tool Private Prompts sorgt dafür, dass private Daten auf Ihrem Rechner bleiben.

easyLINUX!

OpenSuse-Tipps46

Leap 16 mustert den sperrigen, aber leistungsfähigen traditionellen Installer aus und tauscht YaST gegen das Webfrontend Cockpit. Kehrt der neue Besen gut genug, um den alten zu ersetzen?

Gimp-Tipps.....54

Mit Gimp lassen sich aus freigestellten Motiven mit wenigen Handgriffen überzeugende Fotomontagen zusammenstellen. Der Artikel erklärt die Vorgehensweise vom Schattenwurf bis zur Farbanpassung.

78 **Secure Boot** soll in erster Linie einen unkompromittierten Bootprozess gewährleisten. Unter Linux ist das jedoch nicht selten mit Fallstricken verbunden, die 2026 noch mehr werden.

Raspberry Pi

OpenFyde58

Seine Popularität macht den RasPi auch für die Entwickler von Betriebssystemen interessant. Das OpenFyde-Projekt setzt sich zum Ziel, ChromiumOS ganz ohne Google auf den Mini-Rechner zu bringen.

Raspberry Pi AI HAT+ 2 62

Chatbots sind derzeit en vogue. Für den Raspberry Pi 5 gibt es nun einen speziellen HAT, der sich auch für den Einsatz großer Sprachmodelle eignet.

Netz&System

Hardinfo268

Viele Anwender wissen nicht genau, welche Hardware in ihrem Computer steckt. Hardinfo2 liefert nicht nur sehr detaillierte Systeminformationen, sondern ermöglicht auch umfangreiche Benchmarks.



Netz&System

Ghostty..... 72

Der moderne Terminalemulator Ghostty punktet mit GTK4- Integration und Features wie Tabs, Splits und Kitty-Grafik.

Know-how

Grundlagen Secure Boot..... 78

Secure Boot bleibt unter Linux ein zweischneidiges Schwert – meist mit eingebauter Abhängigkeit von Microsoft.

wxPython84

Python bringt in der Standardbibliothek Tkinter mit, ein Tool für die GUI-Entwicklung. Ein frischeres Erscheinungsbild verspricht die Bibliothek wxPython.

Service

Editorial..... 3

Inhalt 4

IT-Profimarkt 92

Impressum94

Events/Autoren/Inserenten 95

README96

Vorschau 97

Heft-DVD-Inhalt.....98



CHANGE

VailuxOS: Wechsel zu Linux ohne Reibungsverluste

Glatter Umstieg


Digitale Souveränität gewinnt in Europa zunehmend an Bedeutung. Das in Deutschland entwickelte VailuxOS will auf dem Desktop den nahtlosen Umstieg von proprietären Systemen wie Windows erleichtern. Erik Bärwaldt

README

Auf Arbeitsrechnern schrecken viele Anwender immer noch vor dem Wechsel von Windows zu Linux zurück, weil sie befürchten, ihre Gewohnheiten ändern zu müssen. Mit VailuxOS steht jetzt eine Distribution bereit, die ganz besonderes Augenmerk auf Windows-ähnliche Arbeitsabläufe legt.

Immer mehr Anwender fühlen sich mit der digitalen Abhängigkeit von US-Software unwohl. Fälle wie die des Chefanklägers beim Internationalen Strafgerichtshof, Karim Khan, dessen E-Mail-Konto Microsoft kurzerhand deaktivierte, belegen eindrucksvoll, wie sehr die Abhängigkeit von Big-Tech-Oligopolen aus den USA schaden kann. Das beschert heimischen Clouddiensten und europäi-


schen Softwareanbietern eine stark steigende Nachfrage. Bei Arbeitsplatzsystemen besteht dieselbe Abhängigkeit, doch viele Anwender sind den Windows-Einheitsbrei gewohnt und wollen sich nicht neu orientieren.

Mit dem Debian-Derivat VailuxOS  wollen deutsche Entwickler den Umstieg auf das freie Betriebssystem erleichtern. Die Arbeitsoberfläche der Distribution erinnert stark an die der neuesten Windows-Version und bietet ein Bedienkonzept, das einen Umstieg ohne Brüche gewährleistet. Die Softwareverwaltung integriert die Debian-Repositories, so dass ein nahezu unerschöpflicher Fundus an Anwendungssoftware zur Verfügung steht. Grafische Anwendungen integriert VailuxOS in Flatpak-Containern

ins System. Der Betrieb in einer abgeschotteten Umgebung bringt einen deutlichen Zugewinn an Sicherheit.

Installation

Anders als Windows stellt VailuxOS nur bescheidene Anforderungen an die vorhandene Hardware und erlaubt daher den Einsatz auf älteren Rechnern. Als Mindestanforderungen nennen die Entwickler eine Dual-Core-CPU mit wenigstens 2 GHz Taktfrequenz sowie 4 GByte RAM, eine Grafikkarte mit mindestens 256 MByte Grafikspeicher und 25 GByte freien Massenspeicher. Als Bildschirmauflösung genügt selbst das XGA-Format mit 1024 mal 768 Punkten. VailuxOS lässt sich damit sogar auf 15 Jahre alten Rechnern problemlos betreiben. Diese Anspruchslosigkeit erstaunt umso mehr, als das eigentlich recht schwergewichtige KDE Plasma als Arbeitsumgebung dient.

Sie beziehen VailuxOS als 4,3 GByte großes hybrides ISO-Abbild  von der Projektseite, das Sie anschließend auf eine DVD oder einen USB-Stick transferieren. Anschließend starten Sie den Rechner vom neu angelegten Wechsel Datenträger. Im Grub-Bootloader wählen Sie aus, ob Sie VailuxOS zunächst im Live-Modus testen oder die Distribution gleich installieren wollen.

Entscheiden Sie sich für den Live-Modus, gelangen Sie nach dem Schließen des Willkommensfensters direkt auf die Arbeitsoberfläche **1**. Sie wirkt auf den ersten Blick wie ein Klon von Windows 11: Das Startmenü befindet sich zusammen mit einigen Anwendungsstartern in der Mitte der Pangeleiste am unteren Bildschirmrand. Links gibt es ein Wetter-Applet, rechts residiert der gewohnte System-Tray. Er integriert ein kleines, per Mausklick aufklappbares Kontrollzentrum zum Steuern einiger wichtigster Desktop-Funktionen. Auf dem Desktop liegen lediglich die drei Icons der Installationsroutine, des Papierkorbs und des Dateimanagers.

Ein Doppelklick auf das Installer-Icon öffnet den populären grafischen Assistenten Calamares, der das Betriebssystem in wenigen Schritten auf den Massenspeicher packt. War auf dem Zieldatenträger vorher ein LVM-Partitionsschema eingerichtet, müssen Sie ihn manuell von

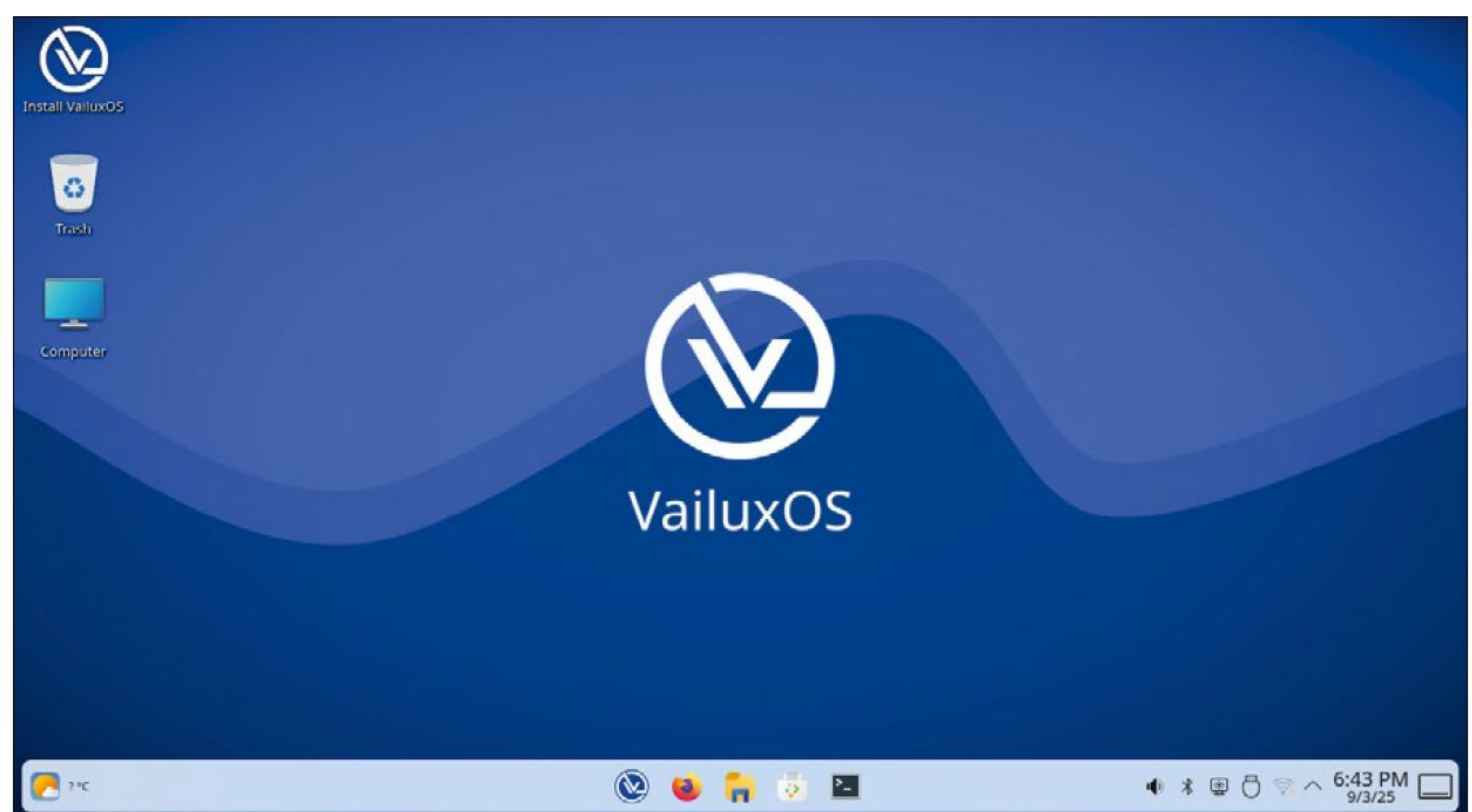
allen Partitionen befreien, sonst bricht der Assistent die Installation ab. Nach der Installation gelangen Sie über einen Warmstart wieder ins Willkommensfenster und danach auf die Arbeitsoberfläche.

Das Startmenü weist eine frappierende Ähnlichkeit zu dem von Windows auf: eine Suchleiste am oberen Rand, angepinnte Applikationen und die zuletzt verwendeten Dokumente und Dateien. Ein Klick auf *All apps* im Startmenü öffnet die Gesamtansicht der installierten Anwendungen – Linux-Pendants zu den aus Windows bekannten Programmen. Neben dem Webbrowser Firefox finden Sie hier den Dateimanager Dolphin, das Terminal und mit Discover den KDE-eigenen App-Store. Selbst die Steuerelemente am unteren Menürand ähneln optisch ihren Windows-Äquivalenten.

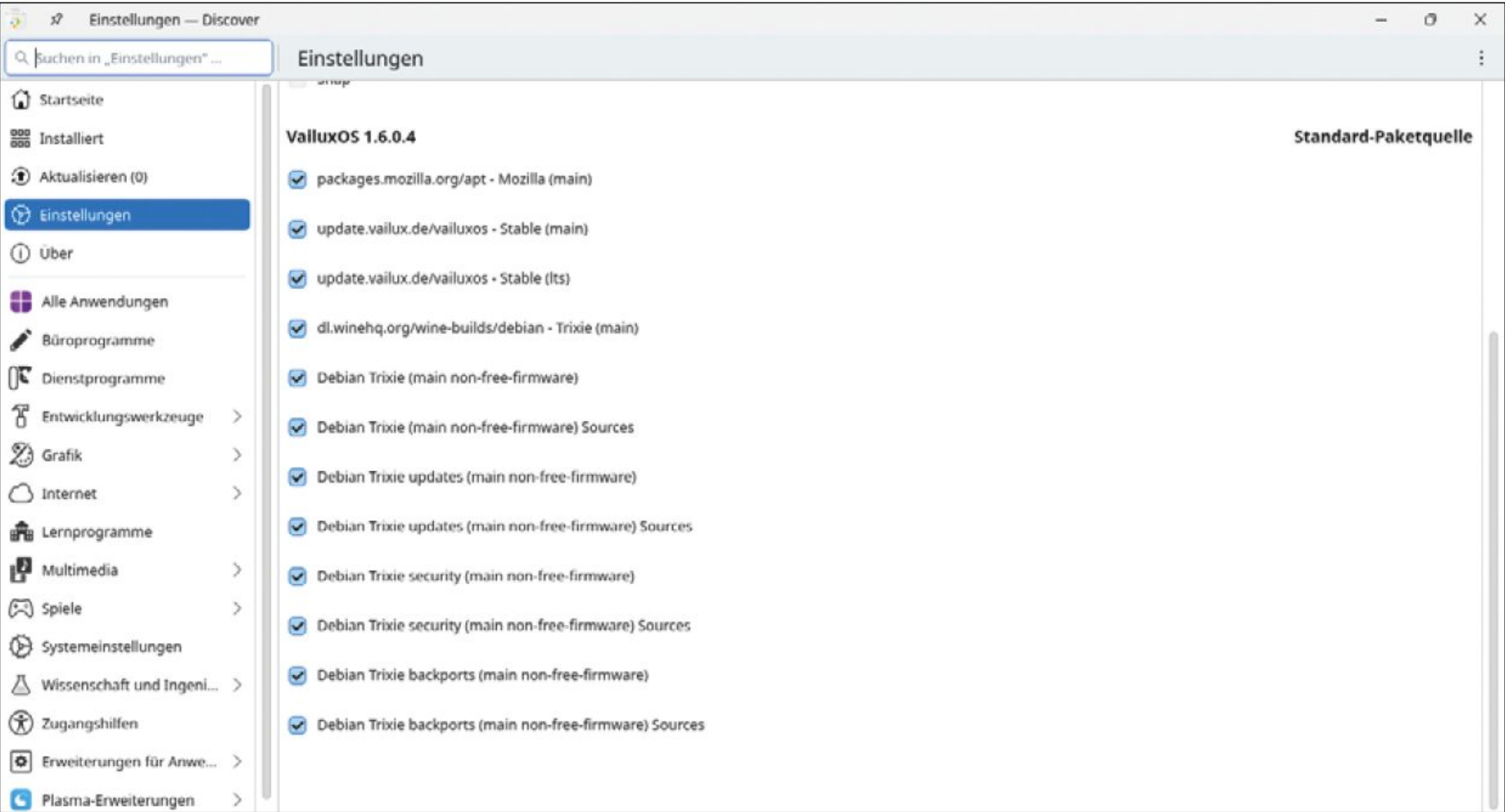
Software

Über die Debian-Paketquellen steht Ihnen eine nahezu unerschöpfliche Auswahl an freier Software zur Verfügung. Daneben gibt es VailuxOS-eigene Repositories sowie Archive von Drittanbietern wie Mozilla und Wine **2**. Auf Flatpak-Pakete greifen Sie via Flathub zu, bei Bedarf binden Sie zusätzlich die Snap-Paketverwaltung ein.

KDE Discover, das grafische Werkzeug für die Softwareverwaltung und die Aktualisierung, prüft schon beim Start im Hintergrund, ob neue Applikationsversionen zur Verfügung stehen. Es gruppiert die verfügbare Software in Kategorien,



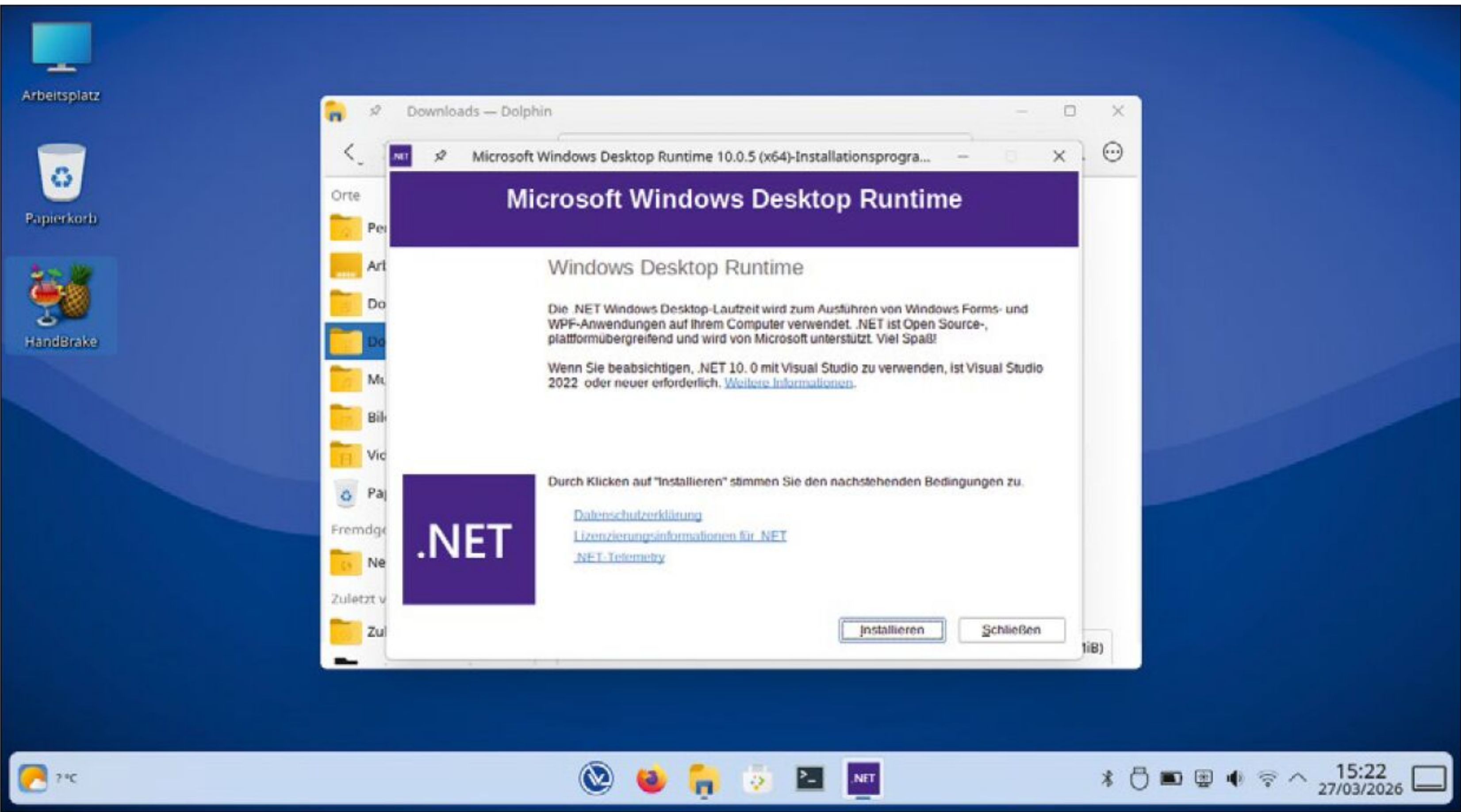
1 Die Arbeitsoberfläche von VailuxOS ähnelt sehr der von Windows 11.



2 In VailuxOS sind bereits zahlreiche Software-Repositories eingepflegt.

die einzelnen Applikationen integrieren Sie mit wenigen Mausklicks in Ihr System. Dabei zeigt die Listenansicht von Discover in den einzelnen Gruppen nur die jeweils zu installierenden Programme und verzichtet auf die Auflistung von Abhängigkeiten, Bibliotheken und Frameworks.

Als Standardpaketquelle dient Flathub. Das zieht eine zusätzliche Sicherheits-ebene ins Betriebssystem ein, da die einzelnen Flatpaks in isolierten container-basierten Umgebungen laufen. Möchten Sie stattdessen lieber die konventionelle Debian-Paketverwaltung nutzen, deaktivieren Sie das Flatpak-Paketmanagement über den Einstellungsdialog von Discover. Nach dem Aktualisieren der entsprechenden Paketquellen stehen alle Debian-Pakete zur Verfügung.



3 Die Windows-Laufzeitumgebung Wine ist ebenfalls in VailuxOS integriert.

VailuxOS installiert nicht alle gängigen Standardanwendungen vor. Zwar finden sich viele KDE-spezifischen Apps, es fehlen aber wichtige Anwendungen wie der Mediaplayer VLC, die Bildbearbeitung Gimp und der E-Mail-Client Thunderbird, die Sie bei Bedarf über Discover nachinstallieren. Durch den Wegfall unnötiger Anwendungen bleibt das System allerdings gertenschlank und damit agiler.

Fremde Welten

VailuxOS bindet auf Wunsch über die Wine-Laufzeitumgebung zahlreiche Windows-Programme ein. Klicken Sie auf eine aus dem Netz bezogene EXE-Programmdatei, bietet das entsprechende Kontextmenü an, die Anwendung mit Wine zu öffnen. In den meisten Fällen lässt sie sich dann direkt in Ihr laufendes VailuxOS-System integrieren. Fallen zusätzliche Abhängigkeiten an, zieht Wine sie per gesondertem Download nach.

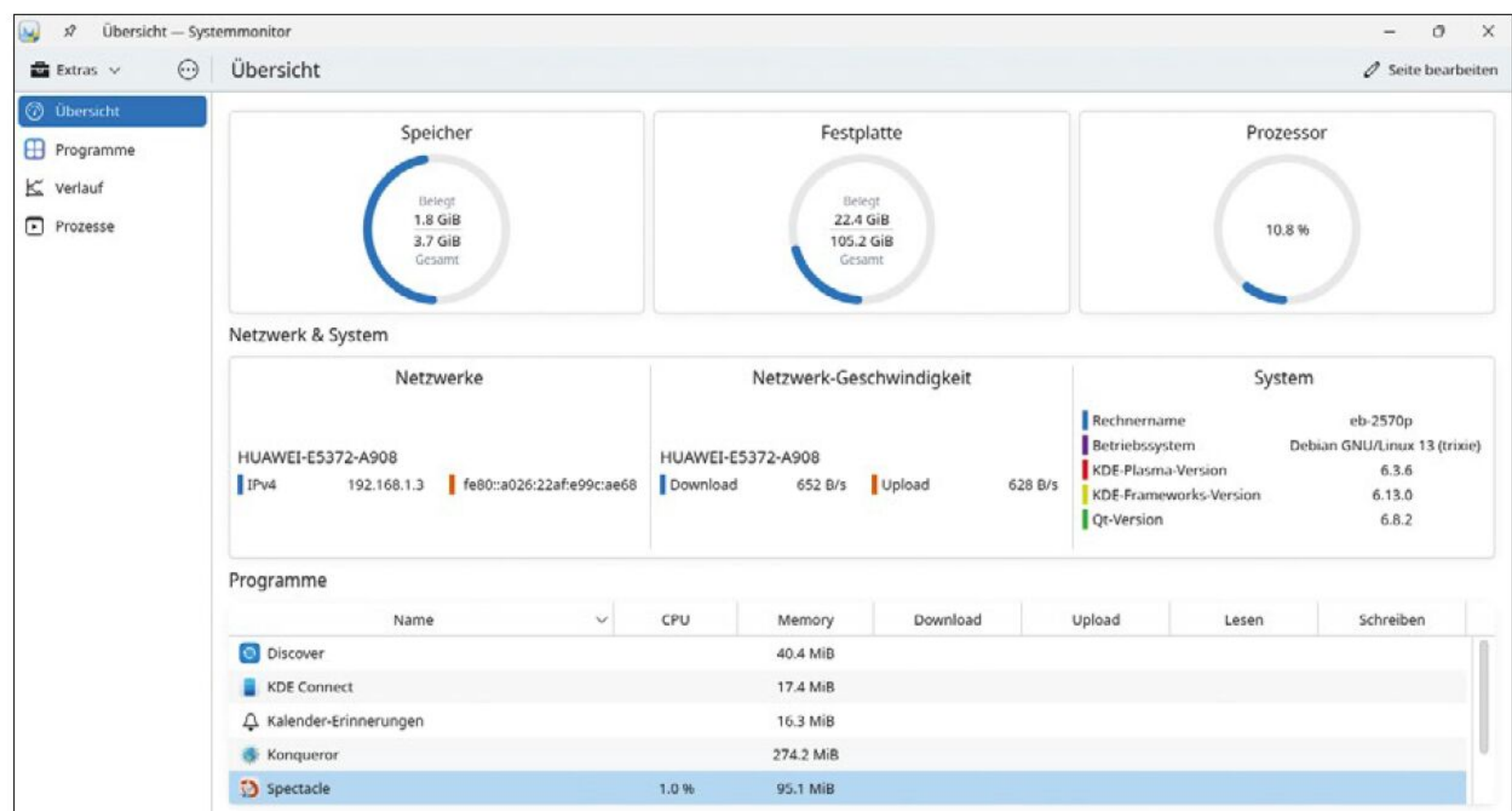
Allerdings lassen sich nicht alle Windows-Programme mithilfe von Wine unter Linux ausführen. Gibt es eine native Linux-Variante der angepeilten Windows-Anwendung, empfiehlt es sich, diese zu installieren: Sie bietet meist denselben Funktionsumfang, verfügt über die gleiche Oberfläche wie die Windows-Variante und arbeitet obendrein stabiler und schneller als das Windows-Gegenstück unter Wine. Die Java-Laufzeitumgebung ist bereits integriert, sodass Sie Java-Applikationen ohne das Installieren zusätzlicher Pakete aus dem Stand verwenden können.

Ressourcen

VailuxOS kommt trotz KDE-Plasma-Desktop und der aktiven Zusatzpakete mit erstaunlich wenig Ressourcen aus. Auf einem älteren PC mit nur 4 GByte RAM benötigte VailuxOS im Test im Leerlauf gerade einmal 1,7 GByte Arbeitsspeicher. Das lässt ausreichend Reserven für den Einsatz großer Standardapplikationen wie LibreOffice oder Gimp.

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53685

Selbst betagte Prozessoren der ersten Core-i-Generationen kommen mit dem Debian-Derivat gut zurecht. Deshalb können Sie mit VailuxOS sogar älteren Maschinen neues Leben einhauchen, sofern Sie sich auf den Einsatz von Standard-Bürosuiten oder weniger ressourcenintensiven Multimediaanwendungen beschränken. Allerdings fällt insbesondere beim Einsatz von Wine oder Flatpaks der Massenspeicherbedarf recht hoch aus. Bereits ohne zusätzlich installierte Anwendungen beansprucht VailuxOS 21 GByte Festplattenkapazität.



Fazit

Mit dem Debian-Ableger VailuxOS fällt der Umstieg von Windows zu Linux auf dem Arbeitsplatz-PC leicht. Das System ähnelt im Handling weitgehend Windows 11 und gestattet daher einen weitgehend reibungslosen Übergang. Dank der vorinstallierten Wine-Laufzeitumgebung lassen sich sogar ältere Windows-Anwendungen integrieren, für die es

4 Der Ressourcenbedarf fällt bei VailuxOS insgesamt erfreulich niedrig aus.

noch keine Linux-Version gibt. Dabei glänzt VailuxOS mit exzellenter Stabilität. Anders als Windows verschickt es keine Telemetriedaten und verzichtet auf penetrante Werbung sowie fehlerbehaftete KI-Assistenten. Allein das macht VailuxOS schon sympathisch. (jak/jlu) ■



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/53685



**Basics. Projekte.
Ideen. Know-how.**



Jetzt bestellen!



• Tel.: 0911 / 993 990 98

• E-Mail: computec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.raspberry-pi-geek.de

Fledermaus

Die Software **Bat 0.26.1** bietet eine moderne und funktionsreiche Alternative zu Cat.

Für die Ausgabe von Textdateien greifen viele User auf das GNU-Tool Cat zurück. Die Ausgabe erfolgt schnell, jedoch bei großen Dateien oft unübersichtlich und optisch nicht aufbereitet. Eine Alternative bietet das Rust-basierte Bat, das bereits einige Distributionen in einer älteren Version vorhalten. Die aktuelle Variante steht als Binärpaket für zahlreiche Plattformen auf Github zur Verfügung. Die Bedienung orientiert sich an Cat. Für eine einfache Ausgabe geben Sie die auszugebende Datei als Parameter beim

Programmaufruf mit. Die verwendete Programmier- oder Satz-sprache ermittelt das Tool selbstständig und wählt ein passendes Highlighting. Der Aufruf mit `-L` liefert eine Übersicht aller 180 unterstützten Sprachen. Optional geben Sie die Programmiersprache mit `-l` vor. Bei der Ausgabe großer Dateien

ermöglicht der integrierte Pager seitenweises Navigieren. Mit `-P` deaktivieren Sie diese Funktion bei Bedarf. In der Grundeinstellung nummeriert Bat alle Zeilen. Wünschen Sie einen anderen Ausgabestil, geben Sie ihn mit `--style` an. Für eine einfache, unstrukturierte Ausgabe verwenden Sie den Schalter `-p`. Benötigen Sie nur einen bestimmten Abschnitt einer Datei, grenzt `-r` die Ausgabe auf den Bereich zwischen zwei Zeilennummern ein. Ähnlich funktioniert das begrenzte Highlighting: Hier geben Sie mit `-H` einen Bereich an, in dem Highlighting aktiv sein soll. Der restliche Text erscheint monochrom. Nicht darstellbare Zeichen sortiert Bat aus. Sollen sie dennoch angezeigt werden, hilft `-A` weiter. Das Tool bietet außerdem verschiedene Themes und passt diese optional sogar an dunkle oder helle Hintergründe an. Alles in allem ist Bat eine interessante Alternative zu Cat, ein Blick lohnt sich.

Lizenz: MIT

Quelle: <https://github.com/sharkdp/bat>

Organisator

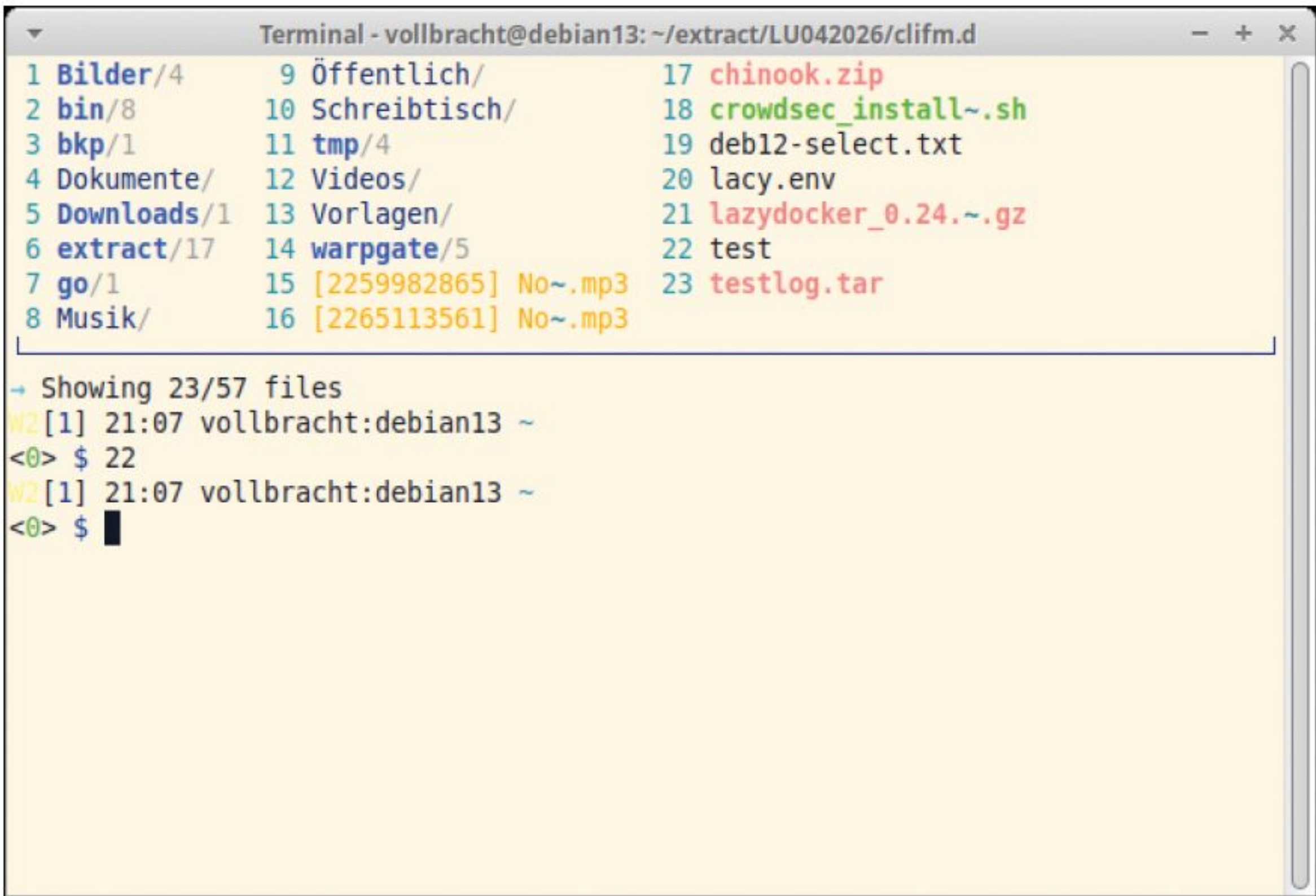
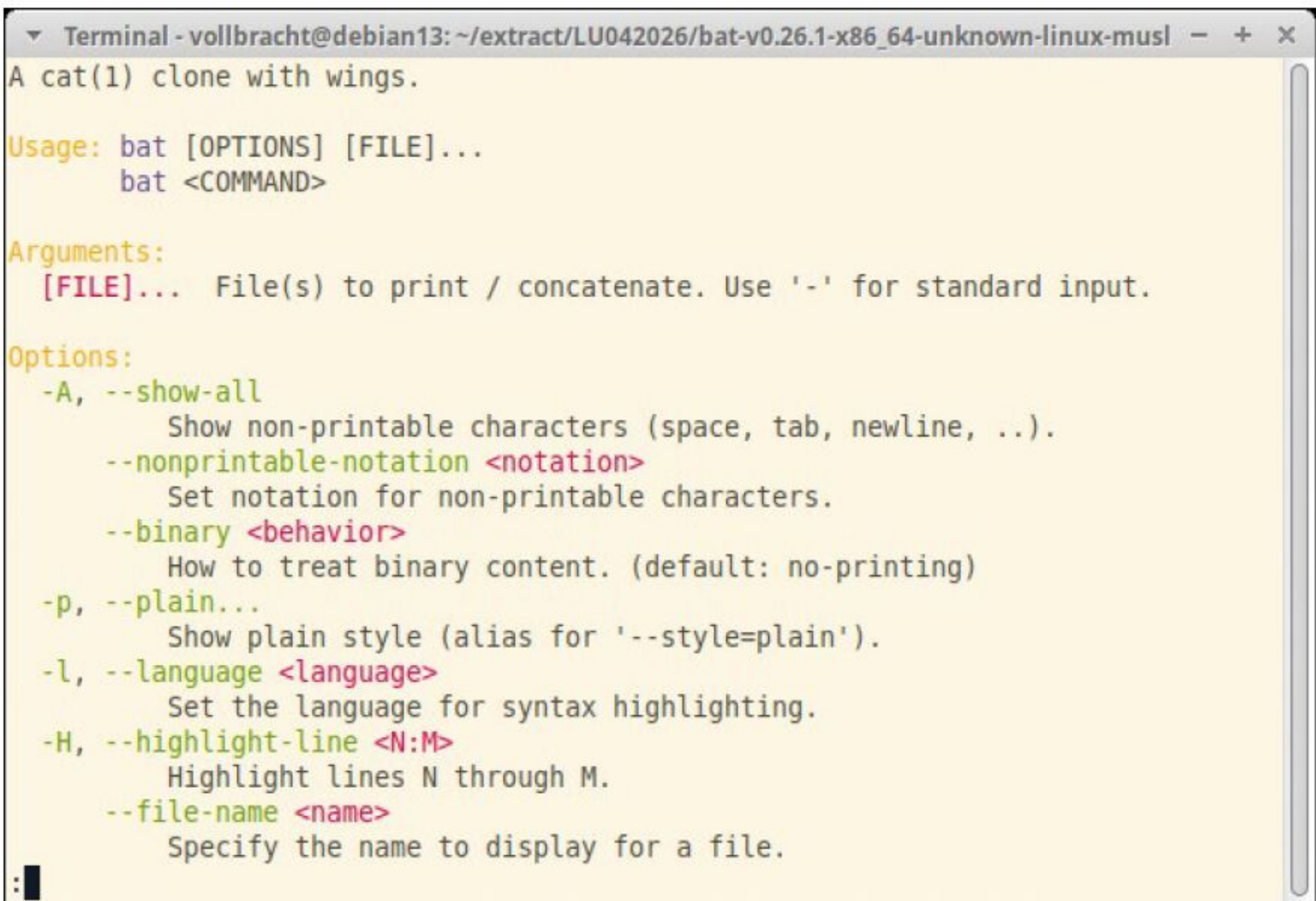
Das konsolenbasierte **Clifm 1.27.1** bietet eine einfache Möglichkeit, Ihre Dateien zu organisieren.

Steht keine grafische Benutzeroberfläche zur Verfügung, nutzen viele Anwender zur Dateiverwaltung die bewährten GNU-Tools. Mehr Bedienkomfort bietet der konsolenbasierte Dateimanager Clifm, der derzeit nicht in allen Distributionen verfügbar ist. Für x86_64-Systeme stehen Binärpakete auf Github zum Herunterladen bereit, für andere Architekturen müssen Sie die Software selbst kompilieren. Beim Ressourcenbedarf gibt sich Clifm bescheiden und greift auch nicht auf die Ncurses-Bibliotheken zurück. Ohne weitere Parameter aufgerufen, zeigt es den Inhalt des zuletzt geöffneten Verzeichnisses an. Um direkt in einem bestimmten Ordner zu starten, geben Sie ihn als Parameter mit. Die Software nummeriert den Inhalt durch, so dass Sie durch Eingabe einer Nummer in das betreffende Verzeichnis wechseln oder eine Datei öffnen. Anhand

des Mime-Typs erkennt das Tool, um welche Dateiarart es sich handelt, und wählt das entsprechende Programm zur Ausführung. So erkennt Clifm beispielsweise Archive und öffnet sie mit dem passenden Kompressionsprogramm. Mit `?` starten Sie die Onlinehilfe, die unter anderem eine Übersicht aller Kommandos anzeigt. So erzeugt `n` ein neues Verzeichnis oder eine Datei, während `oc` die Eigentumsrechte anpasst. Eine Übersicht aller vorhandenen Mountpoints erhalten Sie mit `mp`. Um die Sortierung der Clifm-Anzeige anzupassen, verwenden Sie `st`. In der Clifm-Kommandozeile funktionieren zudem die GNU-Befehle `cd`, `pwd` und `cp`. Sie pflegt darüber hinaus eine eigene Historie. Alle Konfigurationsdaten wie Lesezeichen, Befehlsverlauf oder auch Mime-Einstellungen legt das Tool unter `$HOME/.config/clifm` ab. Die Daten liegen als Textdatei vor, sodass Sie sie notfalls manuell anpassen können. Es lohnt sich, Clifm ausgiebig zu testen.

Lizenz: GPLv2

Quelle: <https://github.com/leo-arch/clifm>



DNS-Server dienen in großen Netzwerken der Zuordnung von Hostnamen und IP-Adressen. Im Heimnetz mit wenigen Rechnern reicht es aus, stattdessen die Namensauflösung in die lokale Datei `/etc/hosts` einzutragen – ein Relikt aus den Anfängen der Netzwerke. Die Einträge pflegen Sie entweder mit einem Texteditor oder nutzen dafür das Go-basierte Management-Tool `Goodhost-cli`. Das Github-Repository des Projekts stellt fertige Binärpakete bereit. Um in die `/etc/hosts` schreiben zu können, benötigt das Tool Administratorrechte. Ohne weitere Parameter aufgerufen, gibt es den Inhalt der Hosts-Datei aus. Einen neuen Eintrag erstellen Sie mit `add`, gefolgt von der IP-Adresse und dem Hostnamen. Dabei lassen sich einer IP-Adresse mehrere Namen zuweisen. Soll die Software die Änderungen nur anzeigen, ohne sie aus-

Lizenz: MIT

Quelle: <https://github.com/goodhosts/>

zuführen, hilft `--dry-run`. Um auf Nummer sicher zu gehen, legen Sie mit `backup` eine Sicherung des aktuellen Zustands an. Der Unterbefehl `restore` stellt die Datei wieder her. Um doppelte Einträge zu vermeiden, gibt es den Unterbefehl `check`, der die Hosts-Datei auf einen neuen Eintrag prüft. Um Doppler zu entfernen, verwenden Sie `clean`. Nicht mehr benötigte Einträge lassen sich mit `remove` entfernen. Ergänzend zur Onlinehilfe (`-h`) hält die Github-Seite des Projekts diverse weitere Informationen bereit. `Goodhosts-cli` bietet eine interessante Alternative für Einsteiger oder Anwender, die ihre `/etc/hosts` strukturiert anlegen möchten. Das Tool besitzt allerdings keine Remote-Funktion, der Einsatz via SSH ist aber möglich.

```
Terminal - vollbracht@debian13: ~/extract/LU042026/goodhosts.d
vollbracht@debian13:~/extract/LU042026/goodhosts.d$ ./goodhosts
127.0.0.1    localhost
127.0.1.1    debian13
::1         localhost ip6-localhost ip6-loopback
ff02::1     ip6-allnodes
ff02::2     ip6-allrouters
havntest1   192.168.1.69 # <<< Malformed!
havntest2   192.168.55.67 # <<< Malformed!
vollbracht@debian13:~/extract/LU042026/goodhosts.d$ ./goodhosts -h
NAME:
goodhosts - manage your hosts file goodly

USAGE:
goodhosts [global options] command [command options] [arguments...]

COMMANDS:
add, a      Add an entry to the hostsfile
backup      Backup hosts file
check, c    Check if ip or host exists. With IP and hosts: check if all
hosts are mapped to IP
clean, cl   Clean the hostsfile by doing: remove dupe IPs, for each IPs
remove dupe hosts and sort, sort all IPs, split hosts per OS limitations
debug, d    Show debug table for hosts file
edit, e     Open hosts file in an editor, default vim
```

Um Text im Verarbeitungsfluss zu verändern, nutzen viele das GNU-Tool `Sed`. Mit Texten im JSON- oder XML-Format tut sich der Stream Editor jedoch schwer. Hier hilft das Tool `Jq` weiter. Die aktuelle Version steht auf Github in einer Vielzahl von Binärpaketen bereit. Wie bei `Sed` übergeben Sie die zu verarbeitenden Daten als Datenstrom über die Standard-eingabe an `Jq`. Filterausdrücke geben Sie als Parameter an oder laden sie mit `-f` aus einer Datei. Bei der Angabe als Parameter müssen Sie die Filterregeln in doppelte Anführungszeichen setzen. Leerzeichen im Eingabestrom interpretiert `Jq` als Trenner. Für eine monochrome Ausgabe geben Sie beim Aufruf den Schalter `-M` an. Weitere Optionen wie `-r`, `-a` oder

Lizenz: LGPL, MIT,

Quelle: <https://github.com/jqlang/jq>

`-c` ermöglichen eine Ausgabe im Rohformat, beschränken sie auf den ASCII-Zeichensatz oder falten sie kompakt zusammen. Parameter wie `--tab` oder `--indent` erlauben es Ihnen, die Tiefe der Einrückungen bei JSON-Dateien zu beeinflussen. Der Parameter `-S` ermöglicht die Vorgabe von Sortierschlüsseln. Für eine schnellere Verarbeitung großer Eingaben bietet `Jq` mit `--stream` eine Stream-Verarbeitung. Neben der Onlinehilfe (`-h`) steht auf der Projektseite eine Anleitung bereit. Unterm Strich eignet sich `Jq` hervorragend zur Integration in eigene Skripte oder zur Weiterverarbeitung von JSON-Daten.

```
Terminal - vollbracht@debian13: ~/extract/LU042026
jq - commandline JSON processor [version 1.8.1]

Usage:  jq [options] <jq filter> [file...]
        jq [options] --args <jq filter> [strings...]
        jq [options] --jsonargs <jq filter> [JSON_TEXTS...]

jq is a tool for processing JSON inputs, applying the given filter to
its JSON text inputs and producing the filter's results as JSON on
standard output.

The simplest filter is ., which copies jq's input to its output
unmodified except for formatting. For more advanced filters see
the jq(1) manpage ("man jq") and/or https://jqlang.org/.

Example:

$ echo '{"foo": 0}' | jq .
{
  "foo": 0
}

Command options:
-n, --null-input      use 'null' as the single input value;
-R, --raw-input       read each line as string instead of JSON;
```

Namensregister

Die Software **Goodhosts 1.1.3** hilft Ihnen dabei, die lokale Namensauflösung mit der `/etc/hosts` zu pflegen.

Formatjongleur

Das Tool **Jq 1.8.1** ermöglicht es, JSON-Dateien bequem zu bearbeiten.

Werden Sie geprüfter Linux-Administrator LPI



Aus- und Weiterbildung zum Linux-Administrator. Ein Beruf mit sehr guten Zukunftsaussichten. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse zur Vorbereitung auf die LPI-Prüfungen. Beginn jederzeit.

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. X23
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten

Telefon 04487 / 263

**Kostenloses
Teststudium!**



Weitere Studiengänge:

- IT-Security SSCP / CISSP
- SPS-Technik und IEC-Programmierung
- Online Marketing Manager/in (IHK)
- Datenschutzbeauftragter TÜV

GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

www.fernschule-weber.de



Parallelogramm

Mit Rust-parallel 1.21.0 führen Sie Programme ohne Multi-Core-Unterstützung auf mehreren CPU-Kernen aus.

Seit Langem besitzen die meisten Prozessoren vier oder mehr Kerne – ideal, um rechenintensive Aufgaben aufzuteilen und die Verarbeitung zu beschleunigen. Allerdings unterstützen nicht alle Programme diese Funktionalität. Wollen Sie die Verarbeitung älterer Tools oder eigener Skripte parallelisieren, hilft Rust-parallel weiter. Es steht in zahlreichen Binärformaten im Github-Repository des Projekts zur Verfügung. Um ein Programm parallel auszuführen, übergeben Sie dessen Aufruf mit Pfad und allen notwendigen Parametern an Rust-parallel.

```
Terminal - vollbracht@debian13: ~/extract/LU042026
Execute commands in parallel

Usage: rust-parallel [OPTIONS] [COMMAND_AND_INITIAL_ARGUMENTS]...

Arguments:
  [COMMAND_AND_INITIAL_ARGUMENTS]...  Optional command and initial arguments

Options:
  -d, --discard-output <DISCARD_OUTPUT>
      Discard output for commands [possible values: stdout, stderr, all]
  -i, --input-file <INPUT_FILE>
      Input file or - for stdin. Defaults to stdin if no inputs are specified
  -j, --jobs <JOBS>
      Maximum number of commands to run in parallel, defaults to num cpus [default: 1]
  -0, --null-separator
      Use null separator for reading input files instead of newline
  -p, --progress-bar
      Display progress bar
      --progress-bar-style <PROGRESS_BAR_STYLE>
      Progress bar style
  -r, --regex <REGEX>
      Regular expression to filter commands
  --more
```

Die Eingabedaten für das auszuführende Programm werden via Pipe über die Standardeingabe übertragen. Die Software startet dann je einen Job pro Prozessorkern. Alternativ legen Sie die Jobanzahl mit -j fest. Bei den Ausgabekanälen

stellt das Tool für jeden Kern zwei bereit. Auch das lässt sich mit --channel-capacity anpassen. Soll das Werkzeug mehrere Programme parallelisieren, geben Sie sie mit dem Parameter -i als Textdatei an. In jeder Zeile darf nur ein ausführbarer Befehl stehen. In der Vorgabe schreibt Rust-parallel das Ergebnis in die Standardausgabe. Mit -d begrenzen Sie das, indem Sie wahlweise die Standard-, die Fehlerausgabe oder beide deaktivieren. Um trotzdem den Verlauf im Auge zu behalten, aktivieren Sie mit -p einen Fortschrittsbalken. Für Testläufe bietet das Tool mit --dry-run einen Probelauf an. Zum Verarbeiten der Standardeingabe unterstützt es reguläre Ausdrücke, die Sie mit -r angeben. Eine Onlinehilfe mit allen Parametern liefert -h zurück. Das Github-Repository bietet darüber hinaus eine ausführliche Dokumentation und Anwendungsbeispiele.

Lizenz: MIT

Quelle: <https://github.com/aaronriekenberg/rust-parallel>

Abgestempelt

Das Tool Logtimer 1.0.5 versieht Ausgaben mit einem Zeitstempel.

Bei Programmen, die fortlaufende Ausgaben erzeugen, wird das Ergebnis nach einer Weile recht unübersichtlich. Orientierungshilfen wie beispielsweise Zeitstempel in den Ausgaben würden das Ganze deutlich übersichtlicher gestalten. Bietet ein Programm das nicht von Haus aus, hilft das Go-basierte Logtimer weiter. Sie müssen das Werkzeug nicht selbst kompilieren, sondern können auf eines der zahlreichen Binärpakete auf Github zurückgreifen. Sie konfigurieren das Tool über Kommandozeilenparameter, eine Konfigurationsdatei unterstützt Logtimer nicht. Um die Ausgabe eines Programms mit Zeitstempeln zu versehen, leiten Sie sie via Pipe an die Standardeingabe von Logtimer weiter. Die Github-Seite des Projekts führt die Kombination mit der Ping-Ausgabe als Anwendungsbeispiel an. Mit -h steht Ihnen auch eine Onlinehilfe zur Verfügung, die alle Einstellungsmöglichkeiten auflistet. So passen Sie beispielsweise das Zeitformat mit dem Parameter -f an Ihre Wünsche an. Das Benennen der Platzhalter erfolgt in einem Format, das dem des GNU-Tools Date ähnelt. In der Grundeinstellung schreibt die Software nur die aktuelle Uhrzeit an den Zeilenanfang. Mit angepasstem Zeitformat fügt es auch das Datum oder die Zeitzone ein. Soll statt der aktuellen Uhrzeit die Laufzeit erscheinen, rufen Sie Logtimer mit -r auf. Auch hier lässt sich die Ausgabe über Platzhalter anpassen und lässt sich beispielsweise in Mikro- oder Nanosekunden zählen. Bei Problemen mit der Darstellung der Anzeige passen Sie mit --color-correction die Ausgabefarbe an Ihre Wünsche an. Auch wenn die Entwicklung in den letzten Monaten etwas an Fahrt verloren hat, bietet das Tool eine interessante Möglichkeit, eigene Ausgaben oder Skripte mit maßgeschneiderten Zeitstempeln zu versehen.

```
Terminal - vollbracht@debian13: ~/extract/LU042026/logtimer.d
Usage:
  logtimer [flags]

Flags:
  --color-correction string  change color correction if you experience problems
  -f, --format string         format to prefix the lines. You can use following placeholders:
                             %a Weekday as locale's abbreviated name
                             %A Weekday as locale's full name
                             %w Weekday as a decimal number, where
                             %d Day of the month as a decimal number
                             %b Month as locale's abbreviated name
                             %B Month as locale's full name
                             %m Month as a decimal number
                             %y Year without century as a decimal number
                             %Y Year with century as a decimal number
                             %H Hour (24-hour clock) as a decimal number
                             %I Hour (12-hour clock) as a decimal number
                             %p Meridian indicator
                             %M Minute as a decimal number
                             %S Second as a decimal number
                             %f Microsecond as a decimal number
                             %Z UTC offset in the form +HHMM or -HHMM
                             %Z Time zone name
  -r, --run-time              Run time instead of current time
  --color-correction          Enable color correction
  -h, --help                  Display this help message
  --set nowrap                Set nowrap flag
  --set nowrap                Set nowrap flag
```

Um die Ausgabe eines Programms mit Zeitstempeln zu versehen, leiten Sie sie via Pipe an die Standardeingabe von Logtimer weiter. Die Github-Seite des Projekts führt die Kombination mit der Ping-Ausgabe als Anwendungsbeispiel an. Mit -h steht Ihnen auch eine Onlinehilfe zur Verfügung, die alle Einstellungsmöglichkeiten auflistet. So passen Sie beispielsweise das Zeitformat mit dem Parameter -f an Ihre Wünsche an. Das Benennen der Platzhalter erfolgt in einem Format, das dem des GNU-Tools Date ähnelt. In der Grundeinstellung schreibt die Software nur die aktuelle Uhrzeit an den Zeilenanfang. Mit angepasstem Zeitformat fügt es auch das Datum oder die Zeitzone ein. Soll statt der aktuellen Uhrzeit die Laufzeit erscheinen, rufen Sie Logtimer mit -r auf. Auch hier lässt sich die Ausgabe über Platzhalter anpassen und lässt sich beispielsweise in Mikro- oder Nanosekunden zählen. Bei Problemen mit der Darstellung der Anzeige passen Sie mit --color-correction die Ausgabefarbe an Ihre Wünsche an. Auch wenn die Entwicklung in den letzten Monaten etwas an Fahrt verloren hat, bietet das Tool eine interessante Möglichkeit, eigene Ausgaben oder Skripte mit maßgeschneiderten Zeitstempeln zu versehen.

Lizenz: Apache 2.0, MIT

Quelle: <https://github.com/Eun/logtimer>

LINUXUSER

IHRE DIGITALE AUSGABE ÜBERALL DABEI!

LinuxUser begleitet Sie jetzt überall hin – egal, ob auf dem Tablet, dem Smartphone, dem Kindle Fire oder im Webbrowser. LinuxUser ist ab sofort immer dabei!



1x im Shop registrieren – überall mobil lesen.

Mit Ihren Login-Daten erhalten Sie überall Zugriff auf Ihre gekauften Digital-Ausgaben, im Shop-Account, in der Kiosk-Computec-App und auf epaper.computec.de.

shop.linuxuser.de



10 Jahre Rencontres Hivernales du Libre

Jurassic FOSS

Ein Wochenende lang gemeinsam entspannt an FOSS tüfteln?
Das gelingt jeden Winter Ende Januar in der Romandie auf
den Rencontres Hivernales du Libre, kurz RHL. Frank Hofmann

README

Wo Schweizer Gastlichkeit, Präzision und Technikaffinität sich mit französischer Gelassenheit verbinden: Das Open-Source-Community-Event in der Romandie namens Rencontres Hivernales du Libre feierte in diesem Jahr seinen 10. Geburtstag.

Jeden Januar treffen sich Open-Source-Interessierte, Entwickler und Amateurfunker, vorrangig aus der französischsprachigen Schweiz (Romandie) und Frankreich, in den Jura-Bergen zu den

Rencontres Hivernales du Libre oder kurz RHL. Aufgrund der Lage und des Einzugsgebiets ist die Konferenzsprache vorrangig Französisch, für andere Sprachen wie Deutsch oder Englisch besteht jedoch große Aufgeschlossenheit. Beide Sprachen dienen als Fallback, falls die Verständigung doch einmal an (Sprach-)Grenzen stößt.

Das RHL hat sich mittlerweile als fester Bestandteil unter den vielfältigen Open-Source-Veranstaltungen etabliert. 2026 feierte es seine zehnte Ausgabe. Seit 2015 finden die RHL jährlich stets für zweieinhalb Tage in St-Cergue statt, einem kleinen Ort im Waadtland, etwa 30 Bahnminuten oberhalb des Genfer Sees. Daher gelingt die Anreise am besten mit der Chemin de fer Nyon-Saint-Cergue-Morez (NStCM).

Angelegt sind die RHL als Wochenendveranstaltung von Freitagnachmittag bis Sonntag. Ziel ist das lockere Zusammenreffen, der offene Austausch untereinander und das Ausprobieren technischer Entwicklungen. Gemeinsames Hacken darf natürlich nicht fehlen. Dazu trägt ein kleines, aber gut ausgesuchtes Vortragsprogramm bei, das seit 2026 auch vollständig digital aufgezeichnet wird.

Regionale Einbindung

Die Gemeinde und Verwaltung von St-Cergue unterstützen das Event großzügig bezüglich Räumlichkeiten, Logistik und Ablauf, insbesondere bei der Verpflegung. Das erleichtert es dem kleinen RHL-Kernteam aus 10 bis 15 Personen, jedes Jahr die Veranstaltung auf die Beine zu stellen. Die Vorbereitungszeit für die Jubiläumsveranstaltung betrug etwa ein Dreivierteljahr. Hervorzuheben ist ebenfalls die Kooperation mit lokalen Lebensmittelproduzenten aus der Region, was die Veranstaltung auch zu einem kulinarischen Höhepunkt werden lässt.

Schweizer FOSS-Events		
Veranstaltung	Datum	Ort
Rencontres Régionales du Logiciel Libre	noch nicht bekannt	diverse Orte
CoSIN	12. bis 14. Juni 2026	Biel/Bienne
Turrican Days	voraussichtlich im September 2026	Cudrefin am Neuenburger See

Das spiegelt sich ebenso bei den Teilnehmern und Mitgestaltern der RHL wider. Etwa 150 Besucher und Besucherinnen aller Altersklassen reisten aus einem Umkreis von etwa 300 Kilometern an, unter anderem aus Genf, Lausanne, Sion, Martigny, Bern, Zürich, Mulhouse, Konstanz und Grenoble. Damit bekommt die Veranstaltung ein sehr familiäres Flair, wo jeder jeden kennt und die regionale Vernetzung enger wird.

Dachorganisation für die RHL ist [Swisslinux](#), ein schweizweiter Zusammenschluss von Linux-Nutzern in Form eines gemeinnützigen Vereins. Die Organisation hat sich zum Ziel gesetzt, die Benutzer von GNU/Linux und freier Software zusammenzubringen. Praktischerweise dienen die RHL dann auch gleich als Rahmen für die jährliche Hauptversammlung des Vereins – es sind ja ohnehin viele der Mitglieder vor Ort.

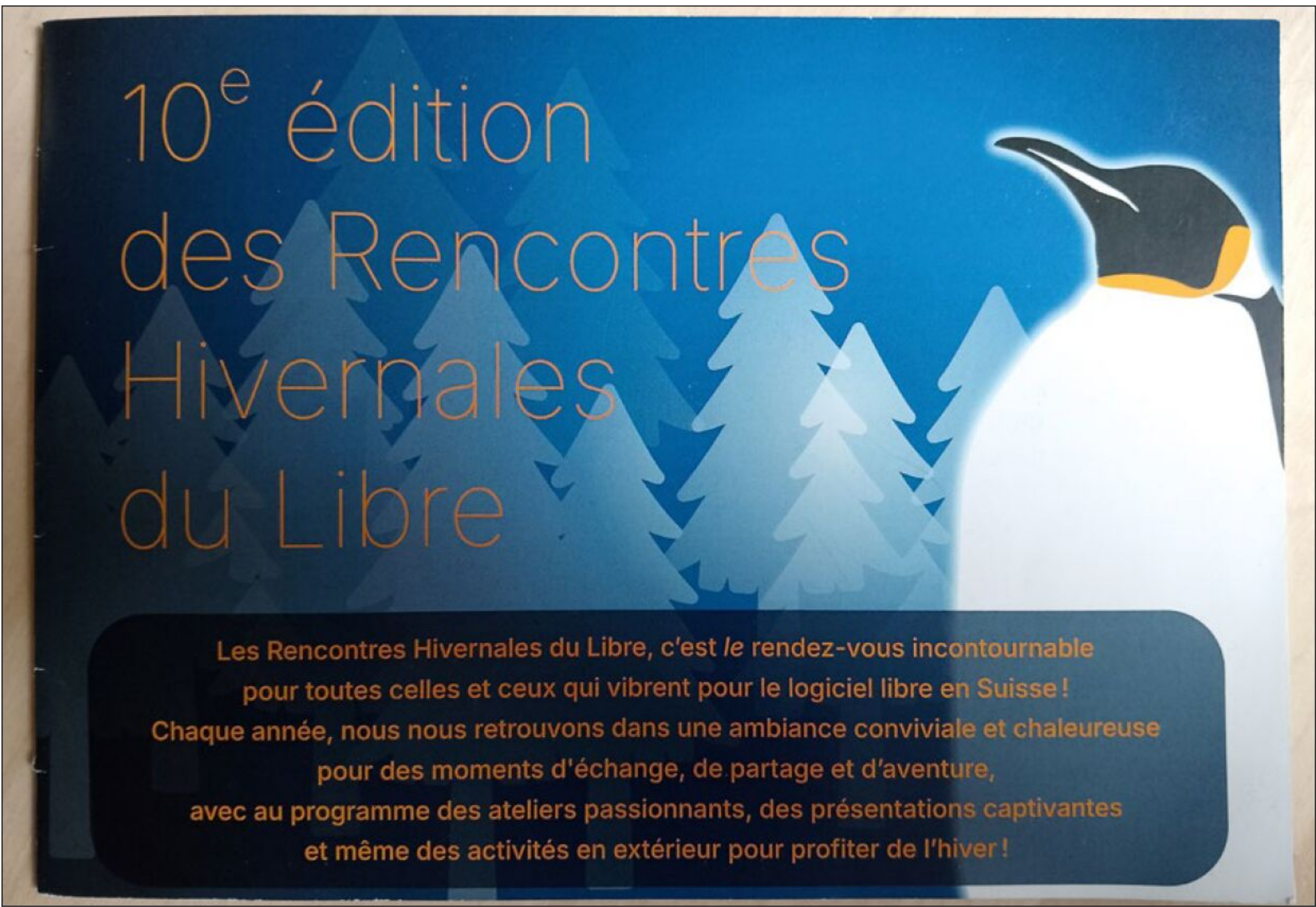
Ausgestaltung

Neben Softwareprojekten sind stets etliche Organisationen und Hackerspaces mit einem Stand und Ansprechpartnern vertreten. Dazu zählten dieses Jahr beispielsweise [APRIL](#), [Debian.ch](#) (die offizielle Vertretung des Debian-Projekts in der Schweiz), [Red Hat](#), [Alpes Open Source Software \(AlpOSS\)](#), die [Fédération des Fournisseurs d'Accès Internet Associatifs \(FFDN\)](#) und der Hackerspace [Post Tenebras Lab \(PTL\)](#) aus Genf. Einen festen Platz bekommen stets die Amateurfunker der Region. Interessant war ebenso der Bücherstand mit Veröffentlichungen, die zumeist unter Creative Commons lizenziert sind.

Ausblick

Die Nachbereitung der Veranstaltung ist noch in vollem Gange. Dazu gehört auch die Sichtung und Aufbereitung des Foto- und Videomaterials. Die Aufzeichnungen sollten bei Erscheinen dieses Beitrags auf dem [Peertube-Kanal](#) zum Event und verlinkt über die Webseite der RHL bereitstehen. Als Hashtag für die Veranstaltung dient [#RHL26](#), sodass Sie darüber problemlos entsprechende Aufzeichnungen und Fotos aufstöbern.

Die RHL 2027 finden wieder im Januar statt, das genaue Datum dazu wird im



1 Das Willkommensheft zum 10. Jubiläum der Rencontres Hivernales du Libre.

Frühherbst bekannt gegeben. Um sich darüber auf dem Laufenden zu halten, empfiehlt sich ein Blick auf die Webseite zur Veranstaltung und auch das Abonnement des Mastodon-Kanals.

Wer frankophon unterwegs ist oder das künftig sein möchte, dem seien einige weitere Veranstaltungen in diesem Sprachraum ans Herz gelegt (siehe Tabelle [Schweizer FOSS-Events](#)). (jlu)



Weitere Infos und interessante Links
www.linux-user.de/qr/53689



2 Koordinierte Vielfalt vor Ort mit kleinen Give-aways wie Bonbons und Ansteckern.



© Marek Ullasz / 123RF.com

Typst und Typesetter: Textsatz im Jahr 2026

Moderner Textsatz

Dank klarer Syntax entwickelt sich Typst immer mehr zur modernen LaTeX-Alternative. Mit Typesetter steht ein nativer Editor für Gnome bereit. Christoph Langner

bar leichter (siehe Kasten [Einfacher Einstieg](#), [hohe Flexibilität](#)). Inzwischen etabliert sich Typst sowohl in der Wissenschaft als auch in Unternehmen.

Typesetter

Lange Zeit fehlte jedoch eine native Anwendung, die das Arbeiten mit Typst unter Linux komfortabel gestaltet. Mit dem Typst Playground [☞](#) existiert zwar eine sofort nutzbare Webumgebung, lokal mussten Nutzer jedoch häufig auf Workarounds zurückgreifen. Editoren wie Vim lassen sich zwar für Typst erweitern [☞](#), erfordern jedoch eine zusätzliche Konfiguration. Für viele Nutzer ist Vim zudem auch nach vielen Jahren Linux-erfahrung ein Buch mit sieben Siegeln.

Hier setzt Typesetter [☞](#) an. Der Editor integriert sich nahtlos in Gnome, funktioniert aber auch in anderen Desktop-Umgebungen. Er basiert auf dem aktuellen GTK4-Toolkit sowie Libadwaita und zeigt

Von einfachen Briefen über Bachelor- oder Master-Arbeiten und wissenschaftliche Abhandlungen bis hin zur Dissertation: LaTeX gilt seit Jahrzehnten als Maßstab für professionellen Textsatz. Unter Linux, aber auch auf anderen Plattformen, konnte selbst Microsoft Word das mächtige, aber nicht immer leicht zugängliche System in über 40 Jahren nicht aus der Wissenschaft verdrängen.

Seit 2023 wächst jedoch eine ernsthafte Open-Source-Konkurrenz heran. Der Typst-Compiler [☞](#) erzeugt ebenfalls hochwertige Dokumente in gängigen Formaten, setzt aber auf eine deutlich zugänglichere Syntax und moderne Konzepte. Dadurch gelingt der Einstieg spür-

README

Typst positioniert sich als moderne LaTeX-Alternative und überzeugt mit klarer Syntax, einer schnellen Live-Vorschau und einem stetig wachsenden Ökosystem. Erweiterungen, die sich mühelos einbinden lassen, bauen das System in beinahe beliebige Richtungen aus. Der native Gnome-Editor Typesetter auf Basis aktueller Frameworks macht den Einsatz zum Kinderspiel.

eine Live-Vorschau. Links schreiben Sie den Typst-Code, rechts erscheint nahezu in Echtzeit das Dokument **1**. Ähnlich wie beim LaTeX-Editor Setzer [folgt die Vorschau der Cursorposition](#).

Syntax-Highlighting sorgt für Übersicht beim Schreiben der Typst-Anweisungen, mit mehreren Themes passen Sie die Oberfläche an Ihre persönlichen Vorlieben an. Zu den Komfortfunktionen zählen das automatische Zentrieren des aktuellen Absatzes, kontinuierliches Speichern sowie das Hervorheben der aktiven Textstelle. Rechtschreibfehler im Fließtext hebt die Software ebenfalls automatisch hervor, die Sprache wählen Sie im Kontextmenü aus.

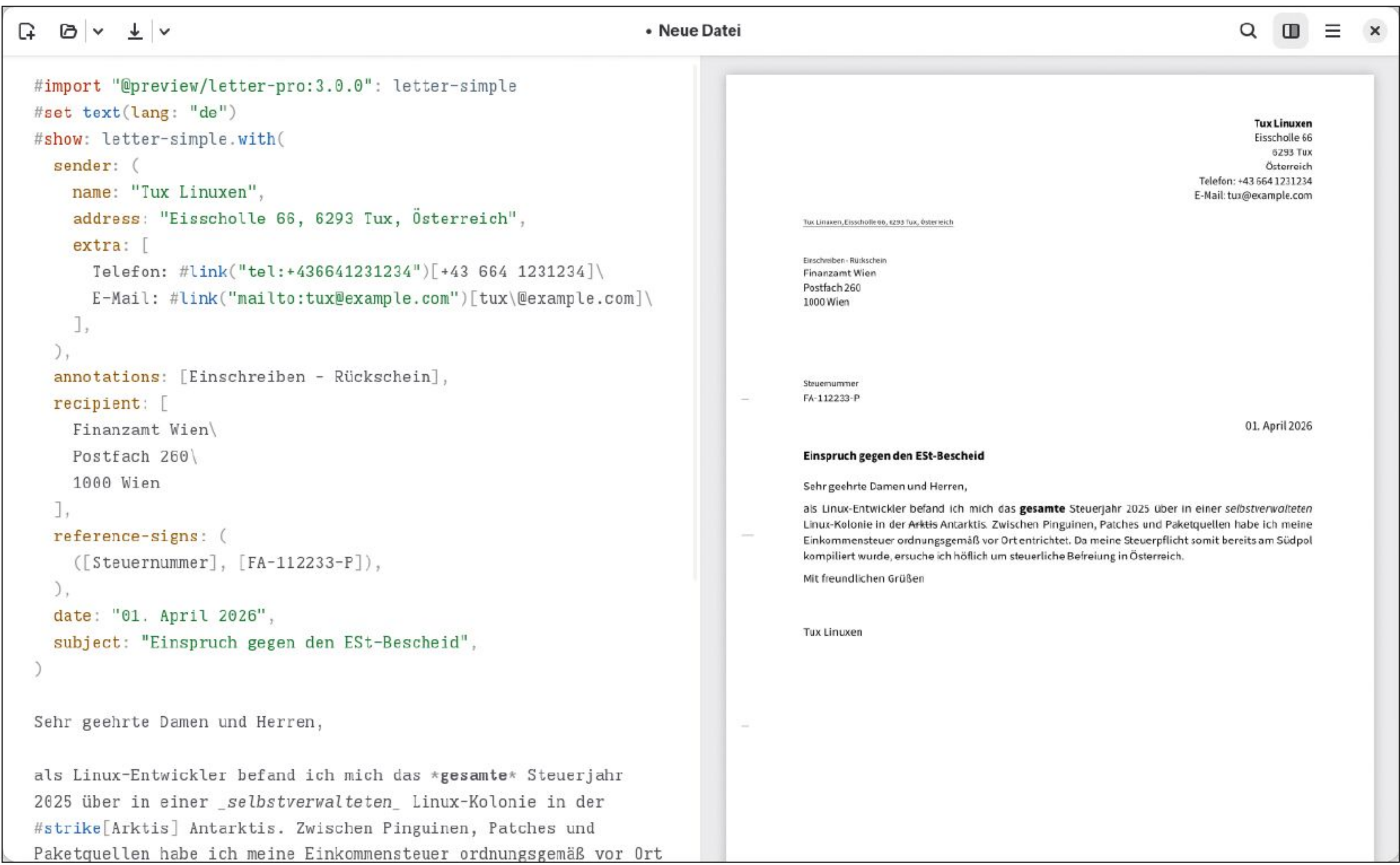
Ein Klick in die Vorschau bewegt den Cursor an die entsprechende Stelle im Codebereich. Bewegen Sie den Mauszeiger über die Vorschau und halten die linke Maustaste gedrückt, vergrößert Typesetter den Bereich mit einem Lupeneffekt **2**. Über das Kontextmenü aktivieren Sie verschiedene Modi zur Simulation von Farbenblindheit und prüfen so die Barrierefreiheit des Dokuments.

Bei der Eingabe der Typst-Syntax unterstützt Typesetter Sie nur begrenzt: Es fehlen Assistenten oder integrierte Hilfen. Das Syntax-Highlighting bietet jedoch eine gute visuelle Orientierung. Ganz ohne Unterstützung stehen Sie dennoch nicht da: Die vollständige und ausführliche Typst-Dokumentation bietet unter anderem eine Übersicht über die Syntax [sowie Advanced Styling](#).

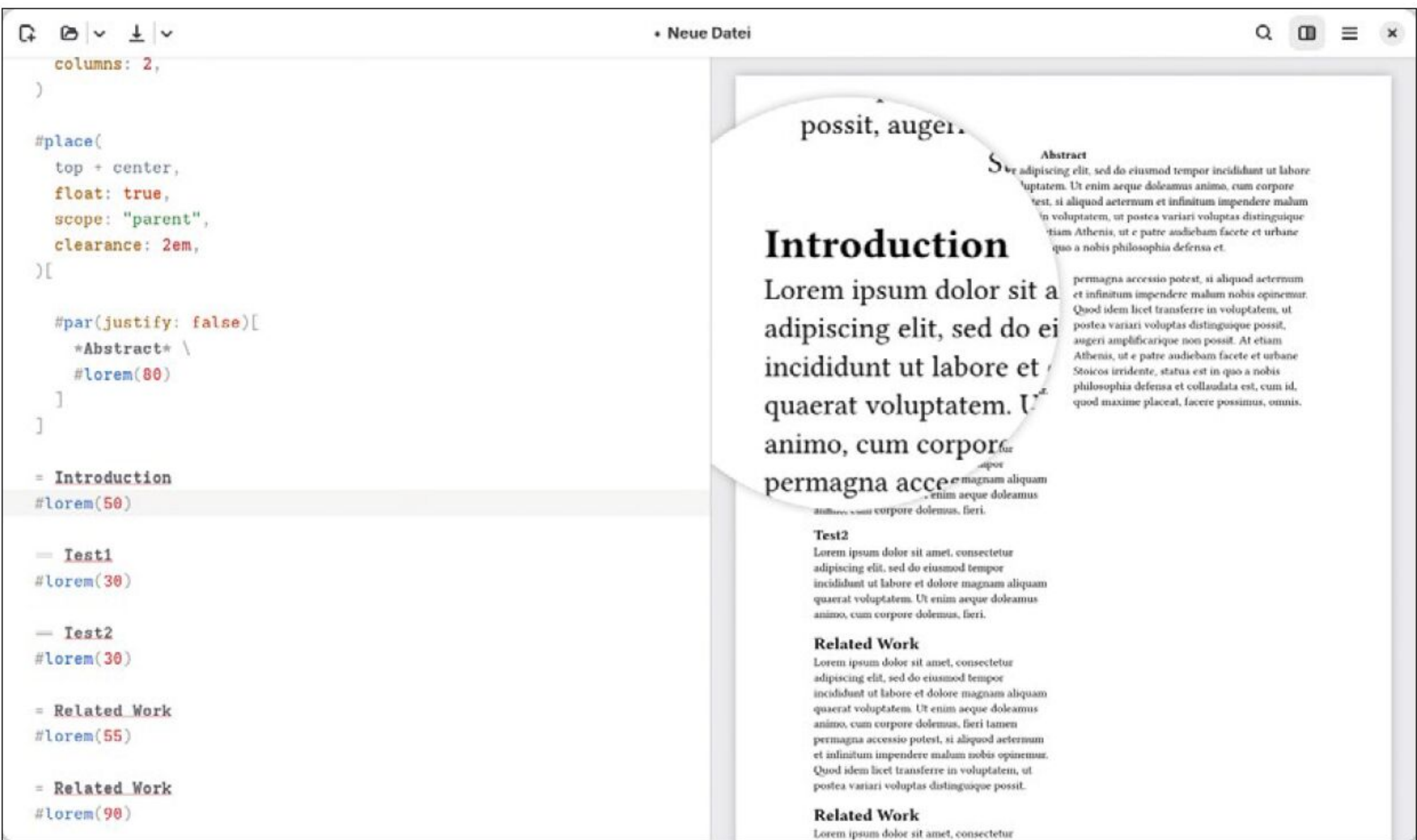
Erste Schritte

Die Software Typesetter befindet sich aktuell in Version 0.12.3. Das noch junge Programm fehlt in den Paketquellen der meisten gängigen Distributionen, mit Ausnahme von Arch Linux und NixOS. Plattformübergreifend installieren Sie Typesetter komfortabel via Flathub [und erhalten auf diesem Weg stets die jeweils aktuellste Version](#).

Das Typst-Projekt pflegt mit dem Typst Universe [eine frei zugängliche Sammlung von Vorlagen und Paketen](#) **3**. Sie finden dort Layouts für Lebensläufe, Briefe und wissenschaftliche Arbeiten. Auch deutschsprachige Standards wie DIN-Briefe oder Vorlagen aus dem akademischen Bereich stehen bereit, unter ande-



1 Typesetter zeigt links den Typst-Quelltext an und rechts die aktuelle Vorschau.

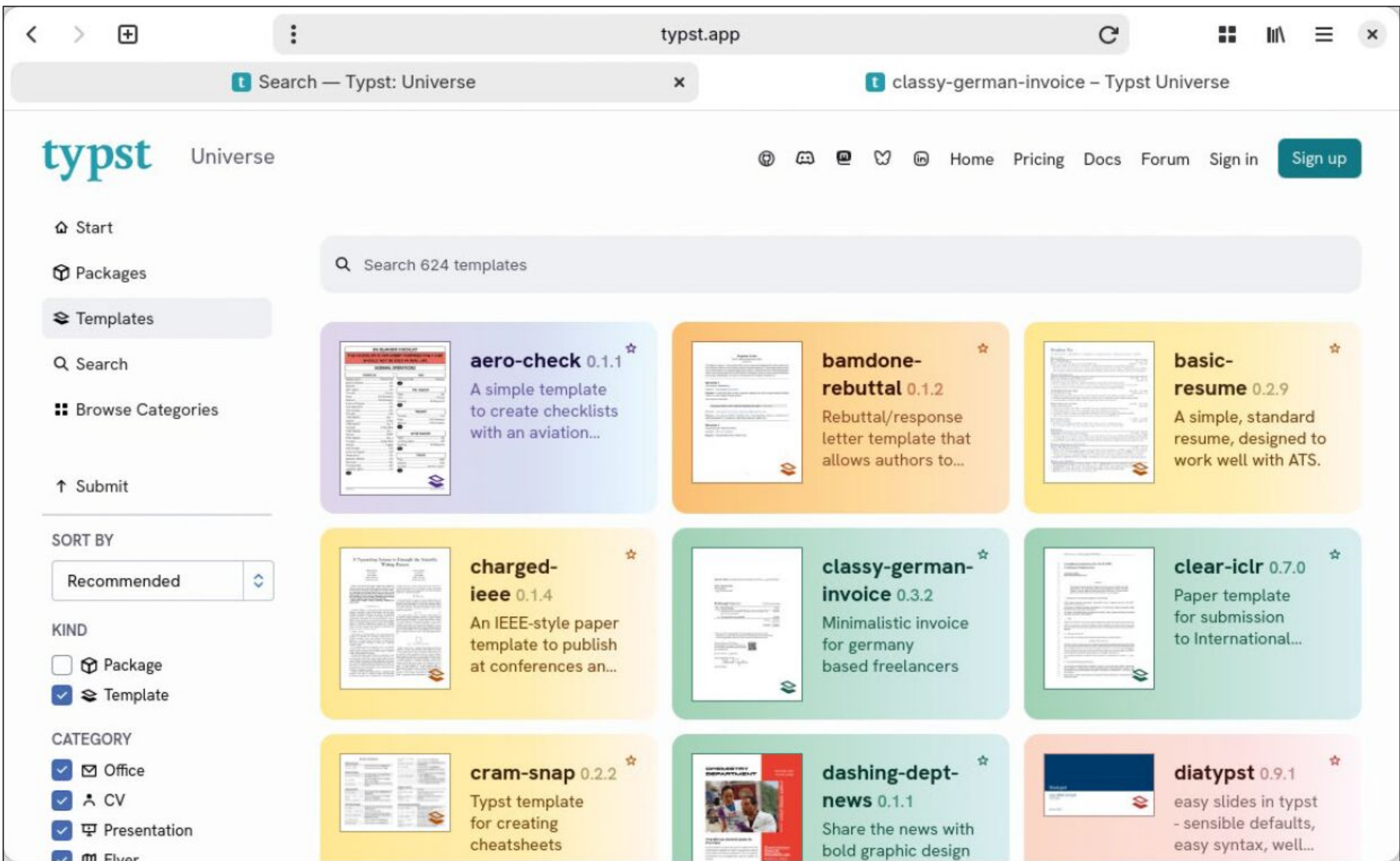


2 Durch das Gedrückthalten der linken Maustaste vergrößert Typesetter die Vorschau an der Cursorposition und ermöglicht damit eine Detailanalyse.

Einfacher Einstieg, hohe Flexibilität

Typst versteht sich als modernes Textsatzsystem mit auszeichnungsbasierter Syntax. Es kombiniert die typografische Qualität von LaTeX mit einer deutlich zugänglicheren Bedienung. Statt mit schwer durchschaubaren Makros arbeiten Sie mit klar strukturierten, gut lesbaren Anweisungen, deren Wirkung Sie unmittelbar sehen. Die Sprache bietet eine einheitliche und vergleichsweise leicht verständliche Syntax für Formatierungen und unterstützt Variablen und Funktionen zur Anpassung von Layouts. Die integrierten Skriptoptionen ermöglichen

komplexe Abläufe innerhalb eines Dokuments. Außerdem stehen Funktionen für mathematischen Satz, Literaturverzeichnis und andere typische Anforderungen wissenschaftlicher Arbeiten bereit. Durch inkrementelle Verarbeitung setzt Typst Änderungen am Quellcode nahezu ohne Verzögerung in der Vorschau um, ohne dass Sie dabei auf hochwertige Typografie verzichten müssen. Haben Sie bereits mit Auszeichnungssprachen wie Markdown oder HTML gearbeitet, gelingt der Einstieg in Typst besonders leicht.



3 Das Typst Universe bündelt Vorlagen und Pakete für Dokumente aller Art.

rem von der TU Darmstadt und der TU München. Das Stöbern durch diese Vorlagen fördert mitunter zahlreiche brauchbare Perlen zutage.

Zusätzlich erweitern viele Pakete den Funktionsumfang von Typst. Mit Lovelace stellen Sie beispielsweise Pseudocode im Dokument dar, Meander integriert Bilder mit Textumfluss. Weitere

Pakete decken Anforderungen aus Physik, Chemie, Mathematik und anderen wissenschaftlichen Disziplinen ab. Ein Blick in die Sammlung lohnt sich in jedem Fall, denn ähnlich wie bei LaTeX gibt es darin viel zu entdecken.

Typesetter importiert diese Erweiterungen direkt. Nutzen Sie dazu das Kommando `#import` im Dokument, entweder am Anfang oder gezielt an der Stelle, an der Sie die Erweiterung benötigen. Listing 1 zeigt einen Beispielbrief auf Basis des Templates Letter-pro. Die erste Zeile lädt das Template, Typesetter speichert es bei einer Flatpak-Installation in den Pfad aus Listing 2.

Fonts nachrüsten

Typst greift beim Rendern auf die im System installierten Schriftarten zurück. Fehlt ein Font, zeigt Typesetter unterhalb der Vorschau eine entsprechende Meldung an. Installieren Sie dann die fehlende Schriftart nach oder passen Sie die Vorlage an. Kopieren Sie dazu die Datei `lib.typ` aus dem Template-Verzeichnis (Listing 2) in Ihr Projekt 4 und ändern Sie dort die entsprechenden Referenzen nach Ihren Anforderungen.

Listing 1: Beispiel Brief	
#import "@preview/letter-pro:3.0.0": letter-simple	([Steuernummer], [FA-112233-P]),
#set text(lang: "de")),
#show: letter-simple.with(date: "01. April 2026",
sender: (subject: "Einspruch gegen den ESt-Bescheid",
name: "Tux Linuxen",)
address: "Eisscholle 66, 6293 Tux, Österreich",	
extra: [Sehr geehrte Damen und Herren,
Telefon: #link("tel:+436641231234")[+43 664	
1231234]\	
E-Mail: #link("mailto:tux@example.com")[tux\@	als Linux-Entwickler befand ich mich das *gesamte*
example.com]\	Steuerjahr 2025 über in einer _selbstverwalteten_
],	Linux-Kolonie in der #strike[Arktis] Antarktis.
),	Zwischen Pinguinen, Patches und Paketquellen habe
annotations: [Einschreiben – Rückschein],	ich meine Einkommensteuer ordnungsgemäß vor Ort
recipient: [entrichtet. Da meine Steuerpflicht somit bereits am
Finanzamt Wien\	Südpol kompiliert wurde, ersuche ich höflich um
Postfach 260\	steuerliche Befreiung in Österreich.
1000 Wien	
],	Mit freundlichen Grüßen
reference-signs: (#v(1cm)
	Tux Linuxen

Welche Schriftarten Typst zur Verfügung stehen, ermitteln Sie im Terminal mit dem Kommando `typst fonts`. Alternativ nutzen Sie grafische Werkzeuge wie die Schriftverwaltung von Gnome. Dort verschaffen Sie sich einen Überblick über installierte Fonts und deren genaue Bezeichnungen. Über die Detailansicht eines Eintrags erhalten Sie den exakten Namen, den Sie anschließend in Ihrer Vorlage verwenden.

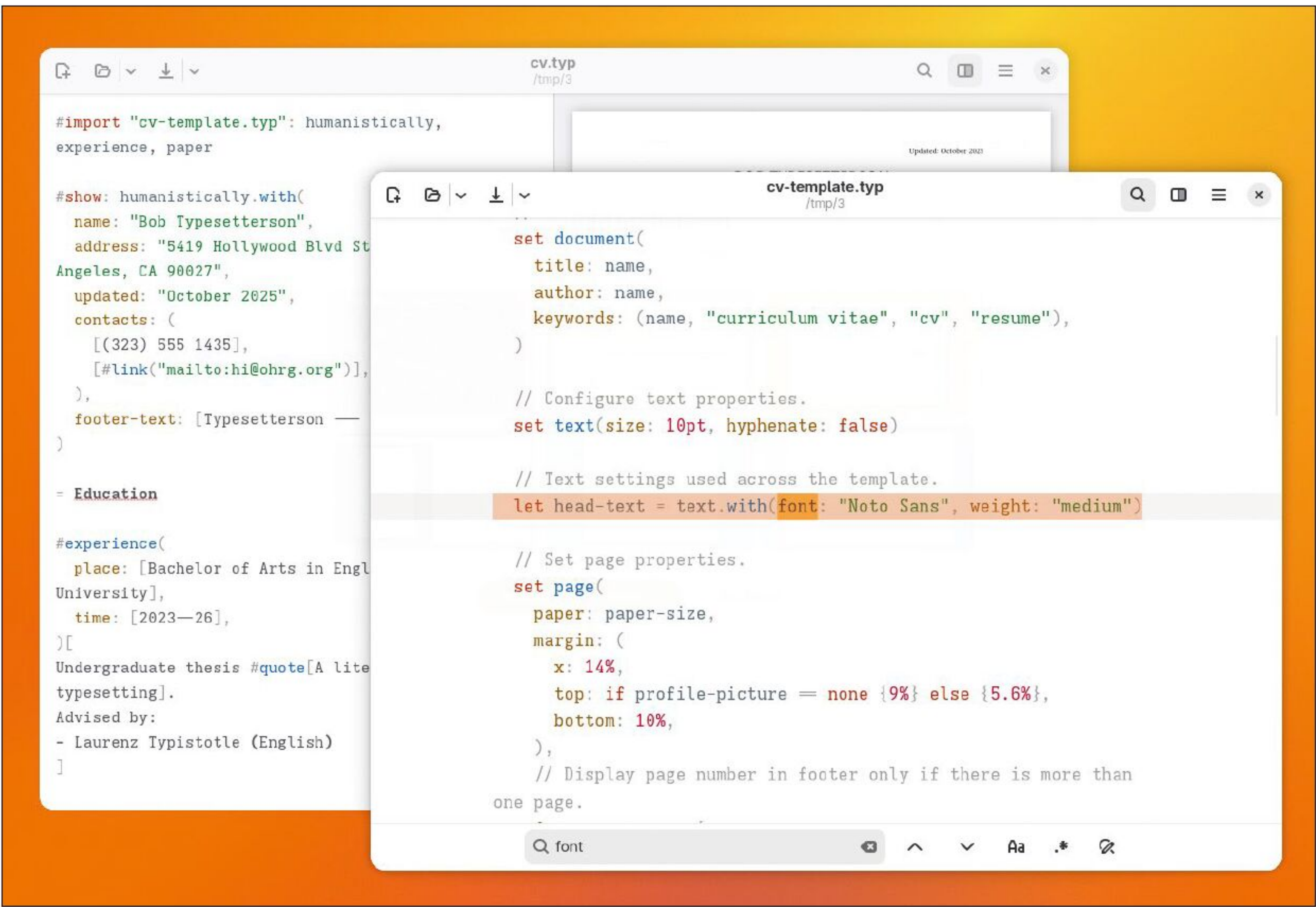
Das erste Typst-Dokument

Ein minimales Dokument erstellen Sie in Typst bereits mit wenigen Zeilen. Sie definieren Text, setzen einfache Formatierungen ein und ergänzen bei Bedarf Funktionen oder Variablen. Die Live-Vorschau zeigt Änderungen unmittelbar an und vermittelt schnell ein Gefühl für Struktur, Abstände und Layout. Gerade für Neulinge senkt Typst damit die Einstiegshürde im Vergleich zu LaTeX deutlich. Die Software erlaubt den Export der Texte in verschiedene Formate (siehe Kasten [Export als PDF oder Grafik](#)).

Im Download-Bereich zu diesem Artikel finden Sie die in den Screenshots verwendeten Beispieldokumente. Die Datei `brief-finanzamt.typ` basiert auf einem Template und demonstriert den Einsatz eines vorgefertigten Layouts.

Die Datei `paper-beispiel.typ` dagegen verzichtet auf eine Vorlage und zeigt sehr anschaulich, wie schnell Sie ein eigenes Dokument in Typst strukturieren. Das Beispiel gliedert die Seite in zwei Spalten, platziert darüber ein Abstract und nutzt zusätzlich das Paket Fletcher. Dadurch entsteht ein kompaktes Layout, das typische Anforderungen wissenschaftlicher Texte abbildet. Gleichzeitig erkennen Sie gut, wie sich Struktur und Gestaltung in Typst aus dem Dokument heraus steuern lassen.

Schreiben Sie Typst-Code, der zwar an sich funktioniert, aber optisch noch unübersichtlich wirkt, hilft Ihnen die Formatierungsfunktion unter dem Menüpunkt *Formatieren* ([Strg]+[T]). Der Typst-Formatter strukturiert und vereinheitlicht den Quellcode automatisch. Er sorgt für konsistente Einrückungen, klare Zeilenumbrüche und eine verbesserte Lesbarkeit, ohne dass Sie das Layout manuell nachbearbeiten müssen. Damit



4 Die Vorlagenstruktur im Flatpak-Verzeichnis: Vorhandene Template-Dateien und lib.typ lassen sich kopieren und anschließend individuell anpassen.

ähnelt er Werkzeugen wie Rustfmt für Rust oder Prettier für Javascript.

Alternativen

Arbeiten Sie bereits mit Visual Studio Code oder VSCodeium, müssen Sie für den Einsatz von Typst Ihre gewohnte Umgebung nicht verlassen. Mit [Tiny-mist](#) erweitern Sie den Editor um Typst-Unterstützung inklusive Vorschau, Formatierung und Syntax-Highlighting. Darüber hinaus bietet die Erweiterung Hover-Informationen, einklappbare Codeblöcke und weitere Komfortfunktionen [5](#). Insgesamt übertrifft diese Kombination den Funktionsumfang von Typesetter deutlich. Es fehlt jedoch die direkte Integration in Gnome.

Tinymist spielt seine Stärken besonders bei umfangreicheren Dokumenten aus, etwa bei wissenschaftlichen Arbei-

Export als PDF oder Grafik

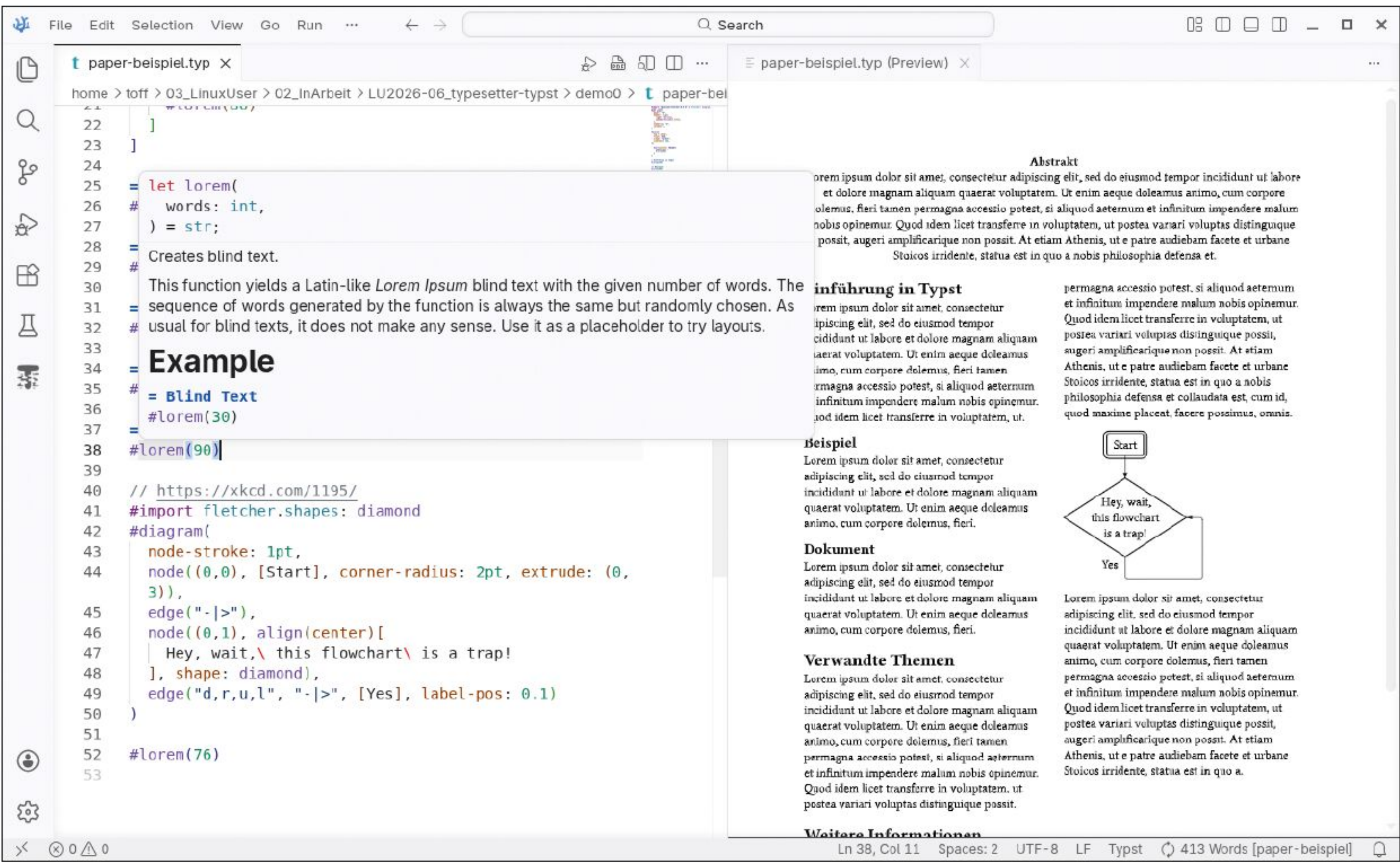
Typesetter exportiert Dokumente als web- und drucktaugliche PDFs. Da eine direkte Druckfunktion fehlt, öffnen Sie das Dokument zunächst im PDF-Betrachter. Der Typst-Compiler unterstützt darüber hinaus die Formate PNG, SVG sowie experimentell HTML. Nutzen Sie zur Ausgabe das Kommando `typst compile` und wählen Sie das gewünschte Format. [Listing 3](#) zeigt die entsprechenden Aufrufe. Für HTML müssen Sie explizit den Schalter `--features html` setzen (zweiter Aufruf).

Listing 2: Pfad für Templates und Fonts

```
~/var/app/net.trowell.typesetter/cache/typst_packages/preview
```

Listing 3: Export als Grafik

```
$ typst compile --format format beispiel.typ
$ typst compile --features html --format html beispiel.typ
```

5 **Tinymist ergänzt Typst in VSCode unter anderem mit einer Vorschau.**

ten oder technischen Dokumentationen. Die Erweiterung unterstützt strukturierte Arbeitsabläufe, erleichtert das Navigieren in langen Texten und verbessert die Übersicht über Dokumentenstrukturen. Gerade für Nutzer, die mit projektbasierten Editoren arbeiten, ergibt sich damit ein sehr effizienter Workflow.

Bevorzugen Sie eine schlanke, spezialisierte Anwendung und bewegen sich im KDE-Umfeld, lohnt sich ein Blick auf Katvan [🔗](#). Es lässt sich wie Typesetter via Flathub installieren und bietet Vorschau,

Syntax-Highlighting sowie automatische Paketintegration [6](#). Dabei setzt Katvan auf eine eigenständige Oberfläche, die sich eng an typische KDE-Workflows anlehnt und eine klare Trennung zwischen Typst-Code und Vorschau beibehält.

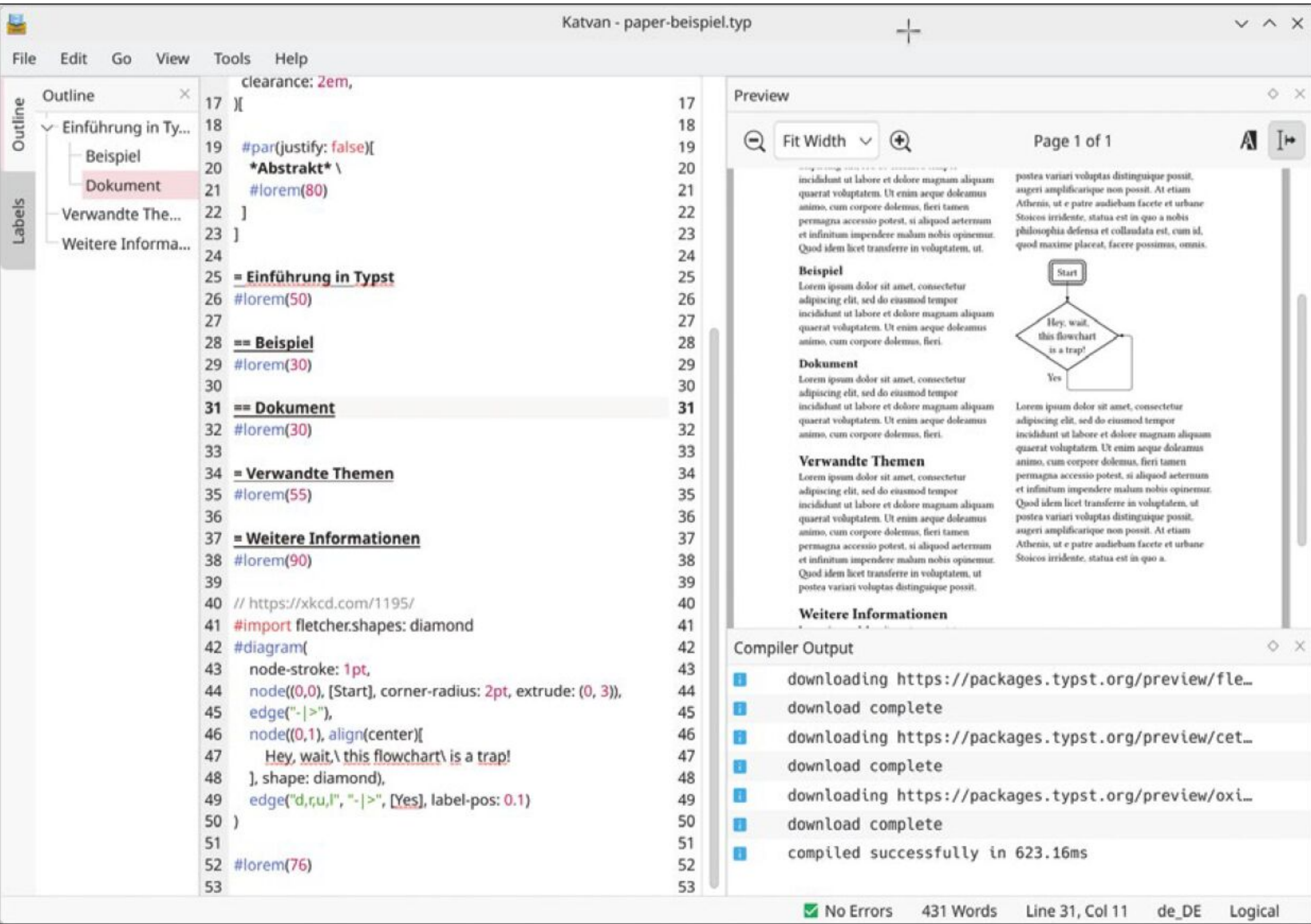
Fazit

Typst zeigt, dass moderner Textsatz nicht komplex sein muss. Das System senkt Einstiegshürden deutlich, ohne dabei auf professionelle Features zu verzichten. Gerade im Vergleich mit LaTeX überzeugt die Satzsprache durch eine klar strukturierte Syntax, schnelle Rückmeldungen und einen Arbeitsablauf, der sich gut in heutige Entwicklungsumgebungen einfügt. Damit eignet sich Typst sowohl für wissenschaftliche Arbeiten als auch für technische Dokumentationen oder formale Korrespondenz.

Die Kombination aus einem wachsenden Ökosystem, umfangreichen Vorlagen und zunehmend ausgereiften Werkzeugen wie Typesetter zeigt, dass Typst mehr als nur ein Experiment ist. Besonders im Open-Source-Umfeld entsteht hier eine ernst zu nehmende Alternative, die klassische Workflows nicht ersetzt, sondern sinnvoll ergänzt. Damit ergibt sich für viele Anwender ein pragmatischer Mittelweg zwischen Kontrolle, Lesbarkeit und Produktivität. **(tle/jlu)**

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53402

Weitere Infos und
interessante Links
www.linux-user.de/qr/53402



6 **Katvan bietet eine schlanke Typst-Umgebung für KDE mit Vorschau.**

WISSEN, WIE DER HASE LÄUFT!



Jetzt kostenfrei anmelden für den
COMMUNITY NEWSLETTER!



www.linux-community.de/newsletter



© Wavebreak Media Ltd / 123RF.com

Wiki-Software für Freiberufler und kleine Büros

Wissensbasiert

Bei der Arbeit sammeln sich viele Informationen an, die strukturiert aufbereitet eine enorme Hilfe bei Alltagsaufgaben wären. Mit passender Wiki-Software beherrschen Sie die Informationsflut. Erik Bärwaldt

README

Die beiden Wiki-Anwendungen DokuWiki und BookStack eignen sich bestens für das Wissensmanagement und das kollaborative Arbeiten. Sie verfügen über alle nötigen Funktionen, ohne dabei überfrachtet zu wirken oder durch optische Gimmicks vom eigentlichen Zweck abzulenken. Als Client genügt bei beiden ein Webbrowser.

Wiki-Software fristet vielerorts noch ein Nischendasein. Dabei sind Wissensdatenbanken auf Basis solcher Programme jedermann ein Begriff: Am bekanntesten dürfte Wikipedia sein. Für den Einsatz solcher Software braucht es nicht immer große Infrastrukturen wie bei MediaWiki, der Software hinter Wikipedia. Auch für Freiberufler und kleine Büros gibt es inzwischen viele solcher Anwendungen. Sie lassen sich hausintern hosten und

bringen die typischen Merkmale freier und quelloffener Software mit.

Die Einsatzszenarien für Wiki-Software sind vielfältig: Wikis dienen nicht nur als reine Wissensdatenbank, sondern nehmen auch Informationen zu internen Abläufen, allgemeine Infos oder Dokumentationen auf. Alle Daten lassen sich wahlfrei miteinander kombinieren und verbinden. Überdies eignen sie sich als Stütze kollaborativen Arbeitens, weil sich in ihnen wichtige Informationen strukturell erfassen, mit Links verknüpfen und mithilfe leistungsfähiger Suchfunktionen schnell abrufen lassen.

Dokumentationen, an denen sich mehrere Personen beteiligen, profitieren von integrierten Funktionen für die Versionsverwaltung. Beispielsweise stellen Sie bei Bedarf vorherige Versionsstände eines Wiki-Beitrags problemlos wieder her. Modifikationen an Inhalten lassen sich dank der Versionsverwaltung der Wiki-Software über längere Zeiträume hinweg nachvollziehen.

Über offene Schnittstellen verknüpfen Sie Wiki-Plattformen außerdem mit Anwendungen wie Projektmanagement-

applikationen. Das vermeidet ein doppeltes Erfassen unterschiedlicher Daten. Zudem sind quelloffene Wiki-Programme kompatibel zu häufig genutzten Datenbanken wie MariaDB, PostgreSQL, MySQL oder SQLite, sodass sie auf bereits bestehende Datenbanksysteme zurückgreifen können. Plattformunabhängig erhältliche Wikis eignen sich gut für den Einsatz in heterogenen IT-Infrastrukturen. Häufig in Java entwickelt, lassen sie sich unabhängig vom vorhandenen Betriebssystem verwenden.

Auswahlkriterien

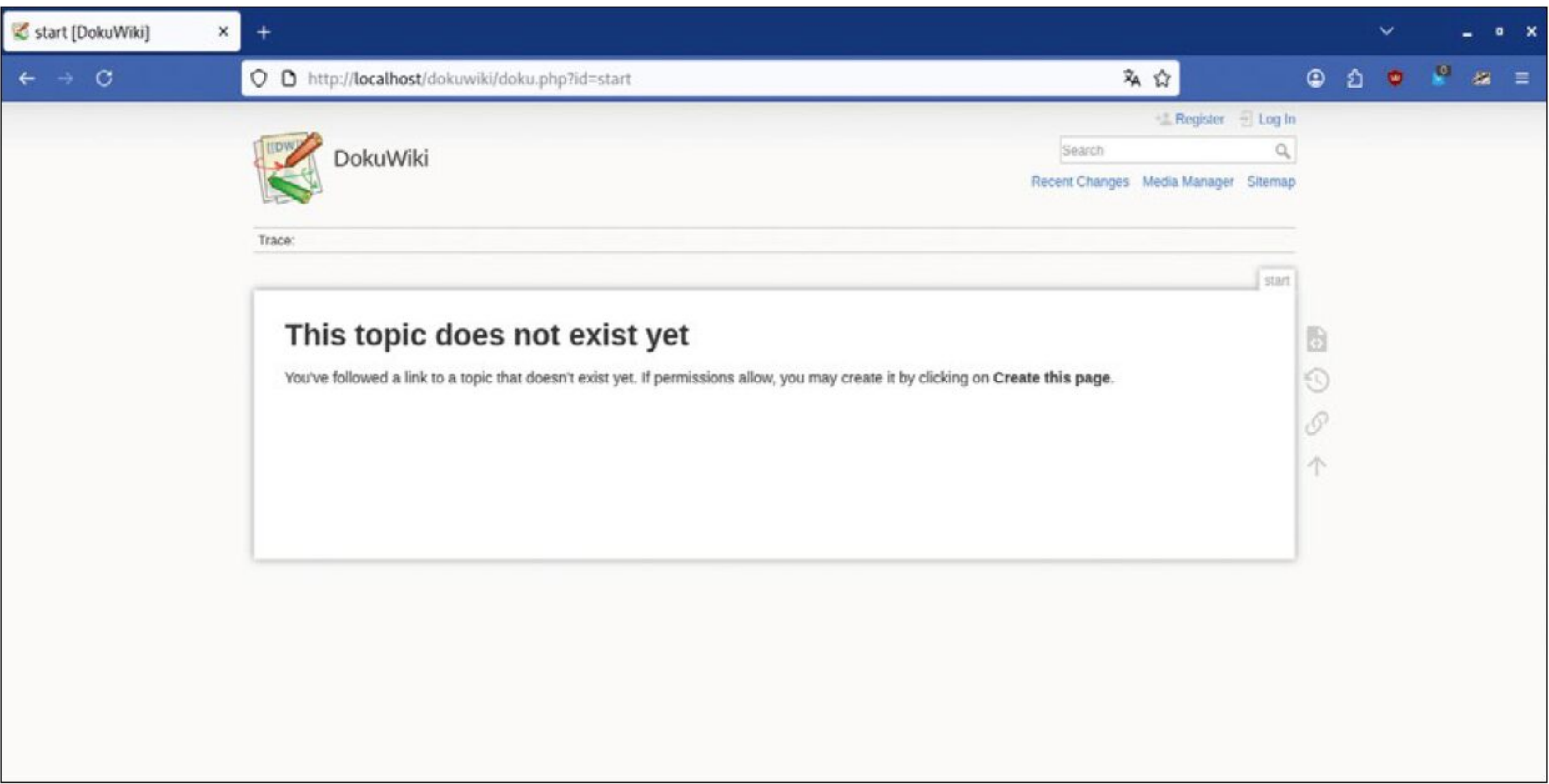
Wer im Small oder Home Office agiert, verfügt weder über eine eigene IT-Abteilung noch über Mitarbeiter, die hochkomplexe Softwareanwendungen installieren, konfigurieren und permanent warten. Deswegen muss ein Wiki-System für diese Zielgruppe einfach zu handhaben sein und darf im Betrieb nicht permanent Ressourcen beanspruchen. Das betrifft auch die Hardware: Das Wiki-System sollte so konzipiert sein, dass auch ältere Computer als Plattform infrage kommen und alle Daten auf lokalen Servern ohne Cloud-Zugang verbleiben.

Zu den wichtigen Auswahlkriterien zählt daneben die Verfügbarkeit der Software auf den Clients. Native Clientanwendungen auf Arbeitsplatzrechnern müssen installiert und gewartet werden. Webbasierte Anwendungen dagegen nutzen den bereits vorhandenen Webbrowser und benötigen dementsprechend keine zusätzliche Software. Viele Wiki-Plattformen verwenden daher integrierte Webserver.

Zu guter Letzt sollte die Wiki-Plattform möglichst modular aufgebaut sein. Das vermeidet ein von vornherein überladenes Interface, erlaubt aber trotzdem, benötigte Funktionsmodule nachträglich einzubinden.

DokuWiki

Hinter DokuWiki steckt eine freie, in PHP geschriebene Wiki-Software, die bereits seit über 20 Jahren kontinuierlich entwickelt wird. Die Wiki-Engine war ursprünglich für Dokumentationszwecke ausgelegt, wurde jedoch im Laufe der Zeit dank ihres modularen Aufbaus um



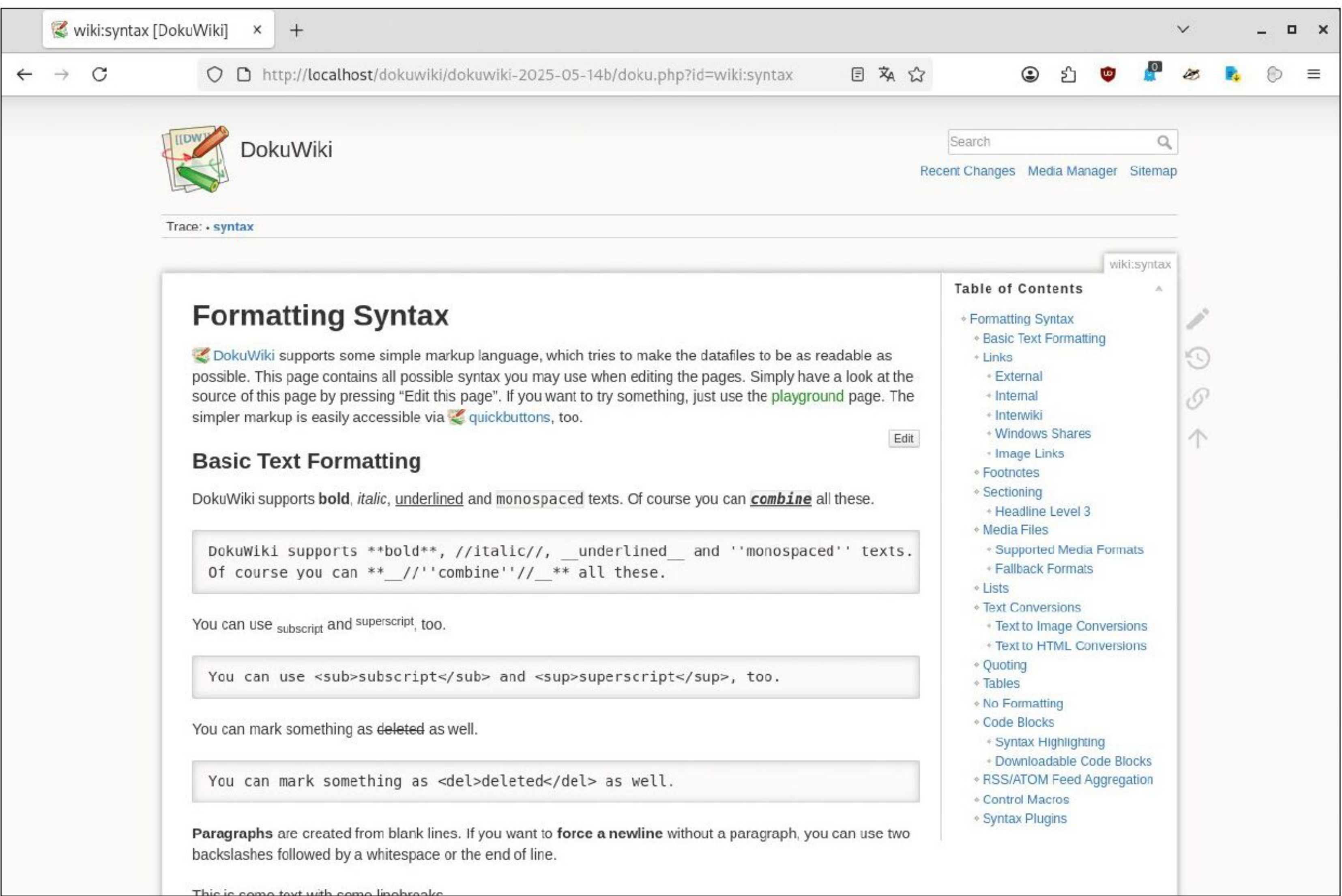
1 Die Startseite von DokuWiki wirkt beim ersten Aufruf etwas unübersichtlich.

immer mehr Plugins erweitert. Sie eignet sich inzwischen auch für das kollaborative Arbeiten, für Blogs sowie zum Verwalten von Mediadaten.

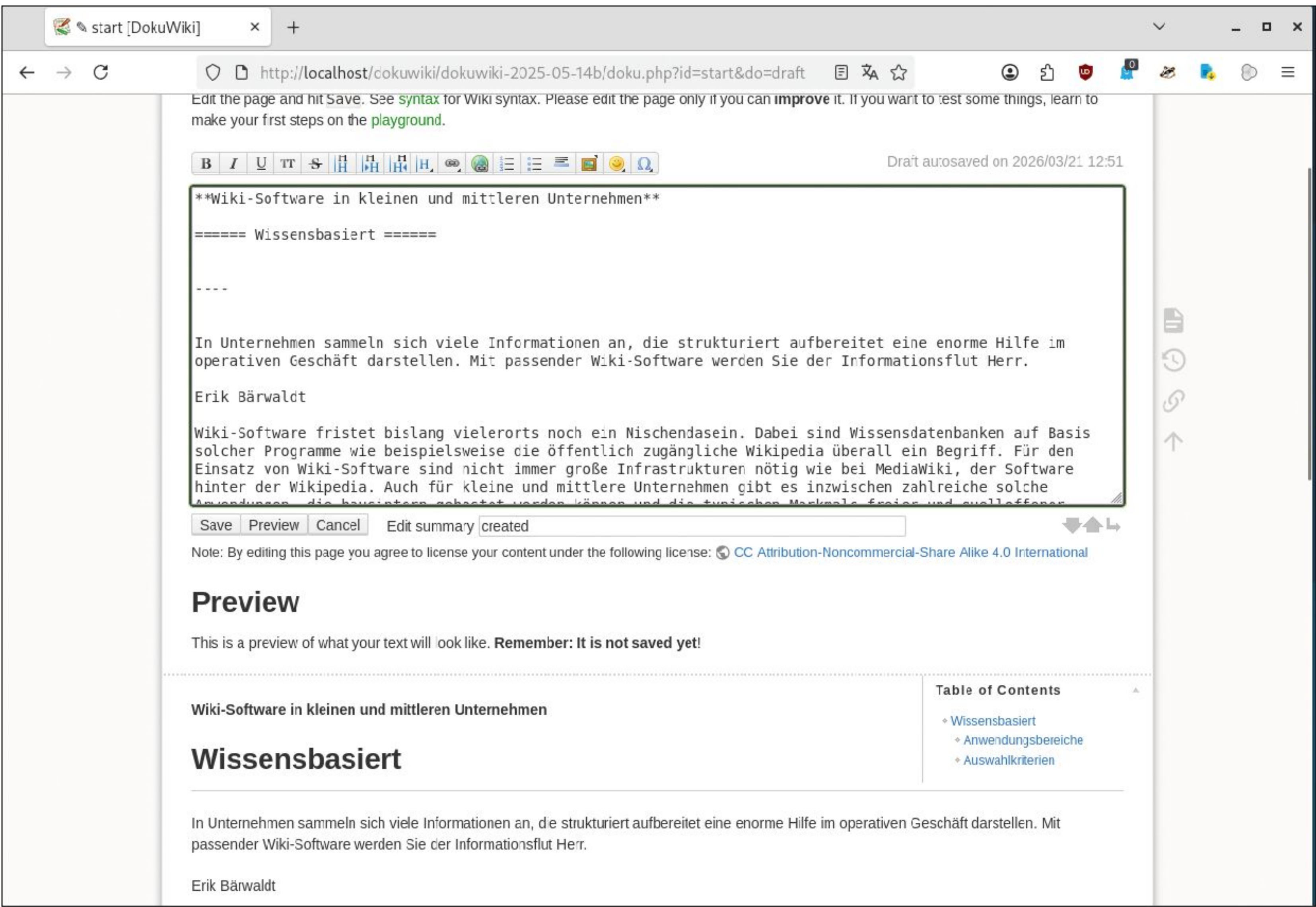
Die Anwendung kommt mit einer ausgereiften Zugriffsverwaltung und lässt sich mehrsprachig einsetzen. Außerdem haben die Entwickler eine Volltextsuche integriert. DokuWiki verwendet eine Markdown-ähnliche Syntax, lässt sich aber mithilfe eines Plugins mit einem WYSIWYG-Editor versehen.

Holprige Installation

DokuWiki setzt einen Webserver und PHP voraus. Sie können einen beliebigen



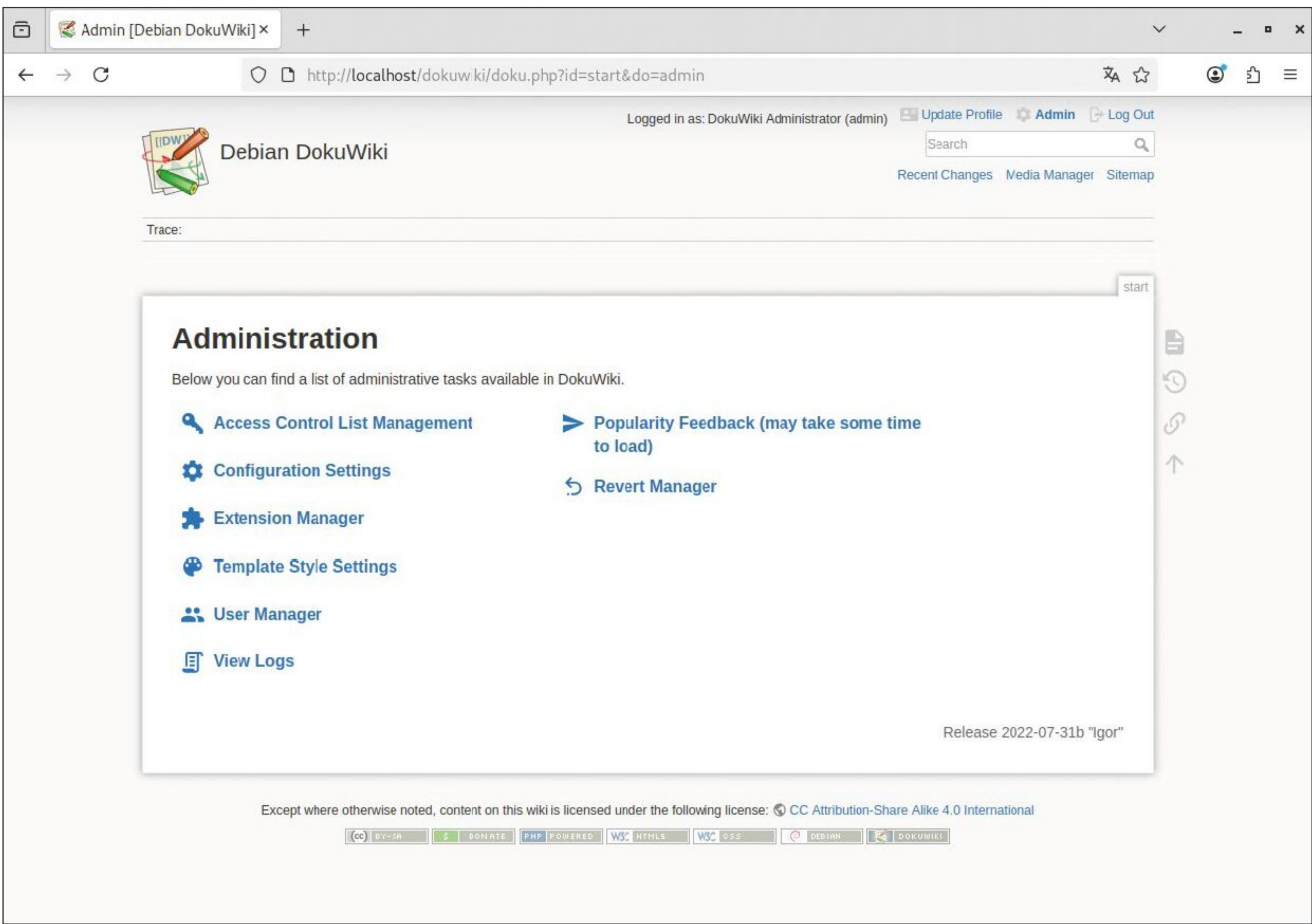
2 Die Auszeichnungssyntax von DokuWiki lehnt sich an Markdown und HTML an.



3 Bei Bedarf blenden Sie unterhalb des DokuWiki-Editors eine Seitenvorschau ein.

Webserver einsetzen, wobei Linux vor-
eingestellt Apache nutzt. Ein Datenbank-
Backend benötigen Sie nicht, weil die
Plattform die generierten Inhalte in ein-
fachen Textdateien sichert.

DokuWiki ist in den Repositories aller
gängigen Linux-Distributionen zu finden,
Es lässt sich dementsprechend bequem
über die jeweilige Paketverwaltung in-
stallieren. Dann erhalten Sie allerdings
meist nicht die aktuellste Version [↗](#),



4 Über die DokuWiki-Administrationsseite erstellen Sie Nutzer und binden Plugins ein.

weswegen die Entwickler empfehlen, sie
manuell einzubinden. Das kann wegen
inkonsistenter Verzeichnisstrukturen je-
doch erhebliche Probleme verursachen,
insbesondere unter Debian. Vor allem
unter aktuellen Debian-Releases binden
Sie deshalb ungeachtet der resultieren-
den DokuWiki-Version besser die Pakete
aus den Repos ein.

Sobald DokuWiki läuft, rufen Sie die
Startseite im Webbrowser unter der URL
<http://localhost/dokuwiki> auf. Damit
überspringen Sie die Installationsseite,
die möglicherweise Fehlermeldungen
aufgrund fehlender Verzeichnisstruk-
turen anzeigt. Sie gelangen stattdessen
direkt auf die Startseite des Wikis [1](#).
Wenn Sie von einem anderen Computer
im lokalen Netz auf den DokuWiki-Rech-
ner zugreifen, geben Sie im Browser
anstelle der Localhost-URL die entspre-
chende IP-Adresse des Servers ein.

Bedienungsanleitung

Die einzelnen Bedienelemente beschrän-
ken sich auf vier Schalter rechts neben
Start und drei Verlinkungen.

Oberhalb des Suchfelds finden Sie
einen Login- und einen Registrierungs-
Link. Damit Sie den Administrations-
modus erreichen und Inhalte einpflegen
können, klicken Sie auf den Login-Link
und melden sich mit den während der
Installation angegebenen Authentifizie-
rungsdaten an. Anschließend pflegen
Sie direkt die ersten Inhalte über das
Bleistiftsymbol oder das Kontextmenü
und die Option *Create this page* ein. Die
Software öffnet daraufhin den Editor,
der oben eine Leiste mit Formatierungs-
optionen anbietet. Im freien Bereich da-
runter geben Sie Ihren Text ein.

Damit DokuWiki die Inhalte korrekt
anzeigt, müssen Sie die Syntax einhalten.
Die meisten einfacheren Auszeichnun-
gen pflegen Sie mithilfe der Formatie-
rungsoptionen ein. Die drei Schaltflä-
chen unter dem Editorbereich dienen
zum Sichern der Seite und zum Abbre-
chen des Editiervorgangs. *Preview* öffnet
eine Vorschau, anhand derer Sie prüfen,
ob der Text Ihren Vorstellungen ent-
spricht oder noch Feinschliff benötigt.

Es empfiehlt sich, den Text zunächst
unformatiert einzugeben und danach
anzupassen. Für einen detaillierteren

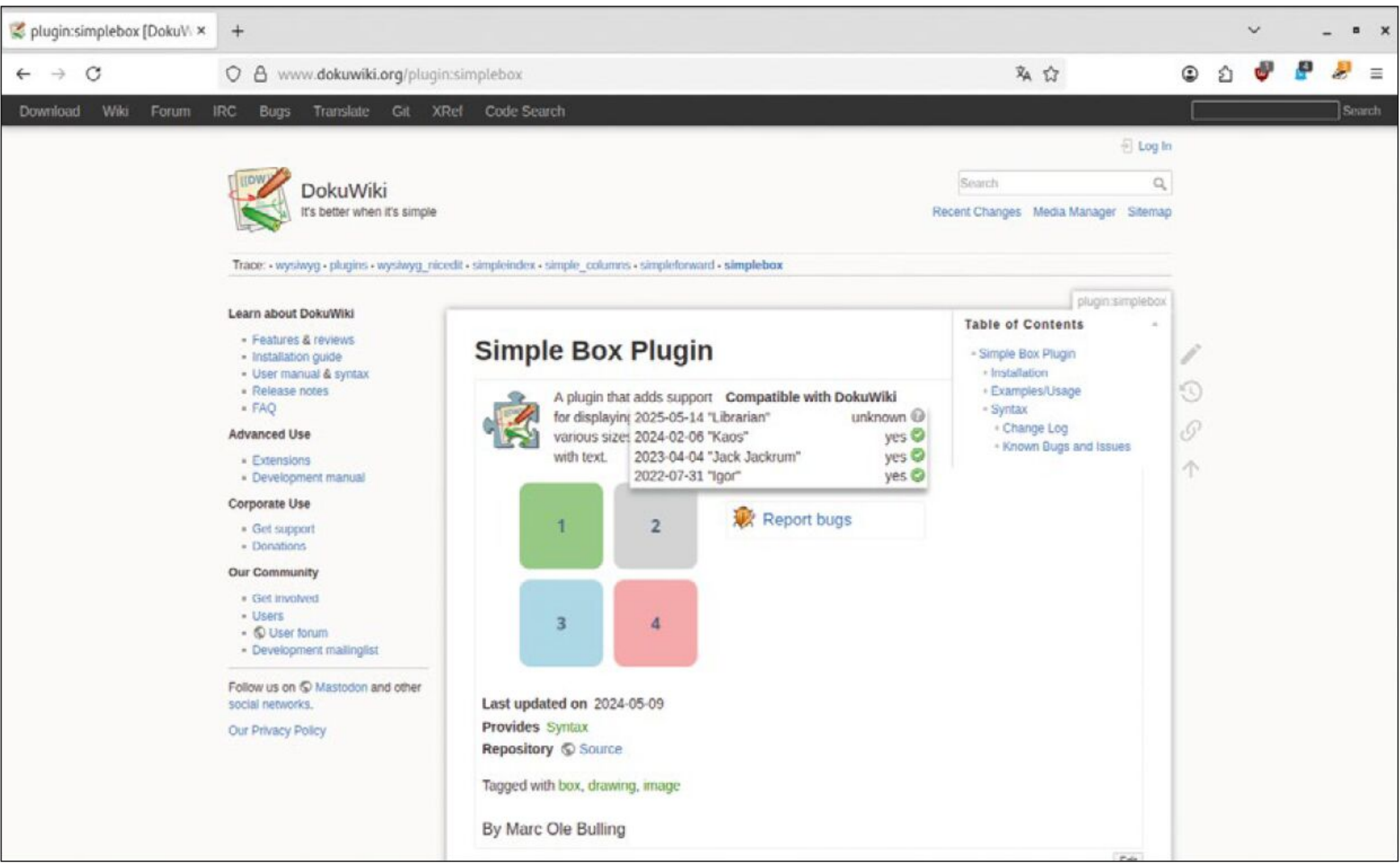
Überblick über die Syntax klicken Sie auf *Sitemap* und wählen in dem sich daraufhin öffnenden Fenster *wiki*. In der nun ausklappenden Optionsleiste klicken Sie auf *syntax* und erhalten eine detaillierte Dokumentation. Einzelne Unterpunkte sehen Sie für eine schnellere Navigation rechts im Inhaltsverzeichnis **2**.

Um Inhalte via Schalterleiste zu formatieren, markieren Sie die gewünschten Textteile mit der Maus und klicken auf den passenden Button. So verleihen Sie dem Text eine Struktur, indem Sie Überschriften mit mehreren Ebenen einfügen, die Inhalte als Aufzählung nummerieren oder in Kursiv- oder Fettschrift darstellen.

Ist die Formatierung abgeschlossen, klicken Sie auf *Preview*, um eine Vorschau anzuzeigen **3**. Beachten Sie, dass Sie sie nach jeder Änderung am Text erneut laden müssen. Bei längeren Texten springt die Vorschau an die Stelle, an der Sie die letzte Formatierung vorgenommen haben. Gleichzeitig legt die Software anhand der ausgezeichneten Überschriften ein Inhaltsverzeichnis an, wobei sie die entsprechenden Ebenen berücksichtigt. Das Inhaltsverzeichnis erscheint in der Vorschau rechts neben der Überschrift in einem Kasten *Table of Contents* und enthält die einzelnen Kapitelüberschriften in Form direkt anklickbarer Links.

Mithilfe der Verlinkungsfunktion fügen Sie interne oder externe Links ein. Interne Verknüpfungen verweisen auf Seiten in DokuWiki, externe führen zu Sites im Internet. Mediendateien ergänzen Sie ähnlich einfach über *Media Files* rechts oben in der Steuerleiste. In dem geöffneten Dialog laden Sie eine Abbildung, eine Videosequenz, ein Dateiarchiv oder ein externes Dokument in Ihre DokuWiki-Instanz. Nachdem Sie die Größe und den Platz des Mediums im Text definiert haben, genügt ein Mausklick auf *Insert*.

Die Auszeichnungen lassen sich durch Löschen der entsprechenden Syntax im Editierbereich jederzeit wieder aus dem Dokument entfernen. Bei längeren Texten sehen Sie außerdem vor Absatzüberschriften rechts im Anzeigefenster einen Schalter *Edit*, der nach einem Klick nur den aktuellen Absatz in das Editierfenster lädt. Das gewährleistet bei umfangreichen Inhalten eine wesentlich bessere Übersicht, da Sie absatzweise arbeiten können und nicht durch den gesamten



5 Bei Bedarf erweitern Sie die Funktionen von DokuWiki mithilfe von Plugins.

Text scrollen müssen. Abschließend empfiehlt es sich, die Schaltfläche *Save* unterhalb des Editorbereichs zu betätigen. Die Applikation springt dann zurück in die Gesamtansicht.

Namensräume

Mit Namensräumen bezeichnet DokuWiki Ordnerstrukturen. Grundsätzlich bestehen sie aus hierarchisch strukturierten Inhaltssammlungen. Haben Sie zum Beispiel einen langen Text erfasst, strukturieren Sie ihn, indem Sie die einzelnen Kapitel jeweils als interne Links auszeichnen und so in die Namensraumstruktur übernehmen. Dabei fügen Sie je nach Bedarf im Editierbereich zusätzliche Anmerkungen innerhalb der Auszeichnung ein, die die Seitenansicht mit übernimmt.

Um in umfangreichen Namensräumen problemlos zu navigieren, klicken Sie oben rechts im Hauptfenster auf *Sitemap*. Steuern Sie danach anhand der einzelnen Überschriften den jeweiligen Namensraum an. Zu den Auszeichnungsmöglichkeiten in den Namensräumen finden Sie unter *Sitemap | namespaces* eine ausführliche Dokumentation.

Administration

Sollen mehrere Personen mit der DokuWiki-Instanz arbeiten, richten Sie die entsprechenden Zugriffsrechte auf der Administrationsseite ein. Dort finden Sie


```
erik@eb-vb: ~
ERROR: This script must be ran with root/sudo privileges
erik@eb-vb:~$ sudo ./installation-ubuntu-24.04.sh
[sudo] Passwort für erik:
This script installs a new BookStack instance on a fresh Ubuntu 24.04 server.
This script does not ensure system security.

This script logs full output to /home/erik/bookstack_install_1774196957.log which may help upon issues.

Enter the domain (or IP if not using a domain) you want to host BookStack on and press [ENTER].
Examples: my-site.com or docs.my-site.com or 10.0.2.15
10.0.2.15

Installing using the domain or IP "10.0.2.15"

[1/9] Installing required system packages... (This may take several minutes)
[2/9] Preparing MySQL database...
[3/9] Downloading BookStack to /var/www/bookstack...
[4/9] Installing Composer (PHP dependency manager)...
[5/9] Installing PHP dependencies using composer...
[6/9] Creating and populating BookStack .env file...
[7/9] Running initial BookStack database migrations...
[8/9] Setting BookStack file & folder permissions...
[9/9] Configuring apache server...

-----
Setup finished, your BookStack instance should now be installed!
- Default login email: admin@admin.com
- Default login password: password
- Access URL: http://10.0.2.15/ or http://10.0.2.15/
- BookStack install path: /var/www/bookstack
- Install script log: /home/erik/bookstack_install_1774196957.log
-----
erik@eb-vb:~$
```

6 Über ein Installationsskript richten Sie BookStack ohne großen Aufwand ein.

darüber hinaus einige Konfigurationsmöglichkeiten und Optionen zum Integrieren von Erweiterungen.

Um Zugriff auf die Administrationsseite zu erhalten, melden Sie sich als *admin* mit dem während der Installation vergebenen Passwort an. Die Software öffnet daraufhin die leere Startseite. Durch einen Klick auf *Admin* oben rechts im Fenster gelangen Sie in den Administrationsdialog 4.

Via *Access Control List Management* und *User Manager* legen Sie neue Benutzer mit den passenden Zugriffsrechten an. Die *Template Style Settings* modifizieren das Erscheinungsbild der Anwendung. Im Dialog *Configuration Settings* nehmen Sie zahlreiche Einstellungen zum Verhalten der Anwendung vor.

Plugins

Über den Administrationsdialog lässt sich DokuWiki unter der Option *Extension Manager* 5 durch Plugins funktio-

nell erweitern. Voreingestellt erscheinen die installierten Extensions unter *Installed Plugins*. Daneben finden Sie im Reiter *Installed Templates* eingepflegte Vorlagen zur optischen Gestaltung des Wikis. Über *Search and Install* integrieren Sie weitere Plugins ins System.

Von Haus aus bietet DokuWiki nur eine Eingabezeile für die Angabe zumindest eines Teils des Plugin-Namens an. Sollten Sie den Namen der jeweiligen Erweiterung nicht genau kennen, klicken Sie im erläuternden Text darüber auf den Link *plugins*. Damit öffnen Sie eine alphabetisch sortierte Liste verfügbarer Plugins auf der DokuWiki-Projektseite. Ein Klick auf *Download* holt das gewünschte Exemplar in die Anwendung.

Die Erweiterungsverwaltung verfügt außerdem über eine Suchfunktion, mit der Sie nach Plugins recherchieren. *Install* integriert das gewünschte Plugin in Ihre DokuWiki-Instanz. In den Listenansichten tauchen jedoch teils obsolete oder nur mit älteren DokuWiki-Installationen funktionierende Erweiterungen auf. Entsprechende Warnmeldungen in gelben Kästen sollten Sie unbedingt berücksichtigen, da länger nicht mehr gepflegte Erweiterungen ein Sicherheitsrisiko bergen können.

Versionskontrolle

Um auf ältere Versionen von Einträgen zuzugreifen, nutzen Sie im Editor die Option *Old revisions*. Ein Klick auf das Uhrensymbol öffnet eine Tabellenansicht der älteren Versionen Ihrer Wiki-Seiten. Zum Vergleich markieren Sie die gewünschten Einträge mit einem Häkchen und nutzen die Schaltfläche *Show differences between selected revisions*. Die Unterschiede erscheinen farblich markiert nebeneinander. Um eine ältere Revision zu bearbeiten, wählen Sie sie zunächst in der Versionsansicht aus. Laden Sie die Seite daraufhin über die Schaltfläche *Edit this page* in den Editor.

BookStack


Mit über zehn Jahren kontinuierlicher Entwicklungszeit und konsequenter Pflege gehört BookStack wie DokuWiki zu den fest etablierten Wiki-Systemen. Es orientiert sich in Aufbau und Konzept

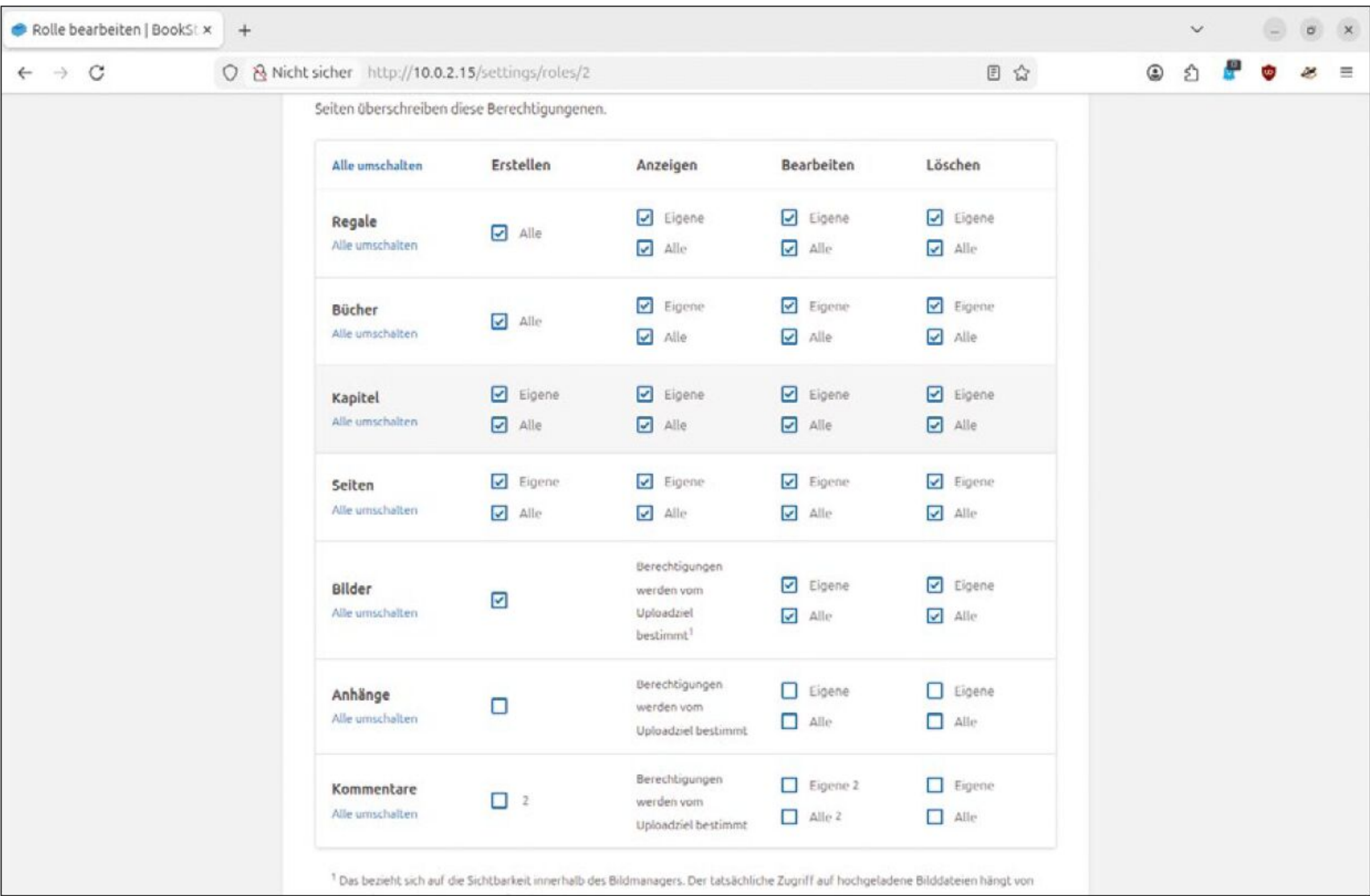
Listing 1: BookStack unter Ubuntu 24.04 installieren

```
$ wget https://codeberg.org/bookstack/devops/raw/branch/main/scripts/installation-ubuntu-24.04.sh
$ chmod a+x installation-ubuntu-24.04.sh
$ sudo ./installation-ubuntu-24.04.sh
```


an einer Bibliothek: Sie organisieren Ihre Inhalte in Kapiteln, die wiederum Bestandteil von Büchern sind, die in einem Bücherregal stehen.

Das plattformübergreifend erhältliche freie Wiki-System lässt sich sowohl auf einem Server als auch in einer Docker-Umgebung installieren. Es setzt PHP, MySQL ab Version 8.0 oder MariaDB ab Version 10.6 voraus. Zusätzlich brauchen Sie die PHP-Paketverwaltung Composer, einen mit PHP kompatiblen Webserver und das Versionskontrollsystem Git.

Für kleinere Umgebungen und unerfahrene Anwender stellen die Softwareentwickler für Ubuntu 22.04 und 24.04 jeweils ein eigenes Installationsskript **6** zur Verfügung. Es übernimmt die komplette Systemintegration inklusive aller Abhängigkeiten . Als Basis dient eine frische Instanz einer der beiden neuesten Ubuntu-LTS-Varianten. Ob es sich dabei um die Desktop- oder Serverversion handelt, spielt keine Rolle. Darüber hinaus stellt die Projektseite weitere (inoffizielle) Installationsskripte für ältere Ubuntu-



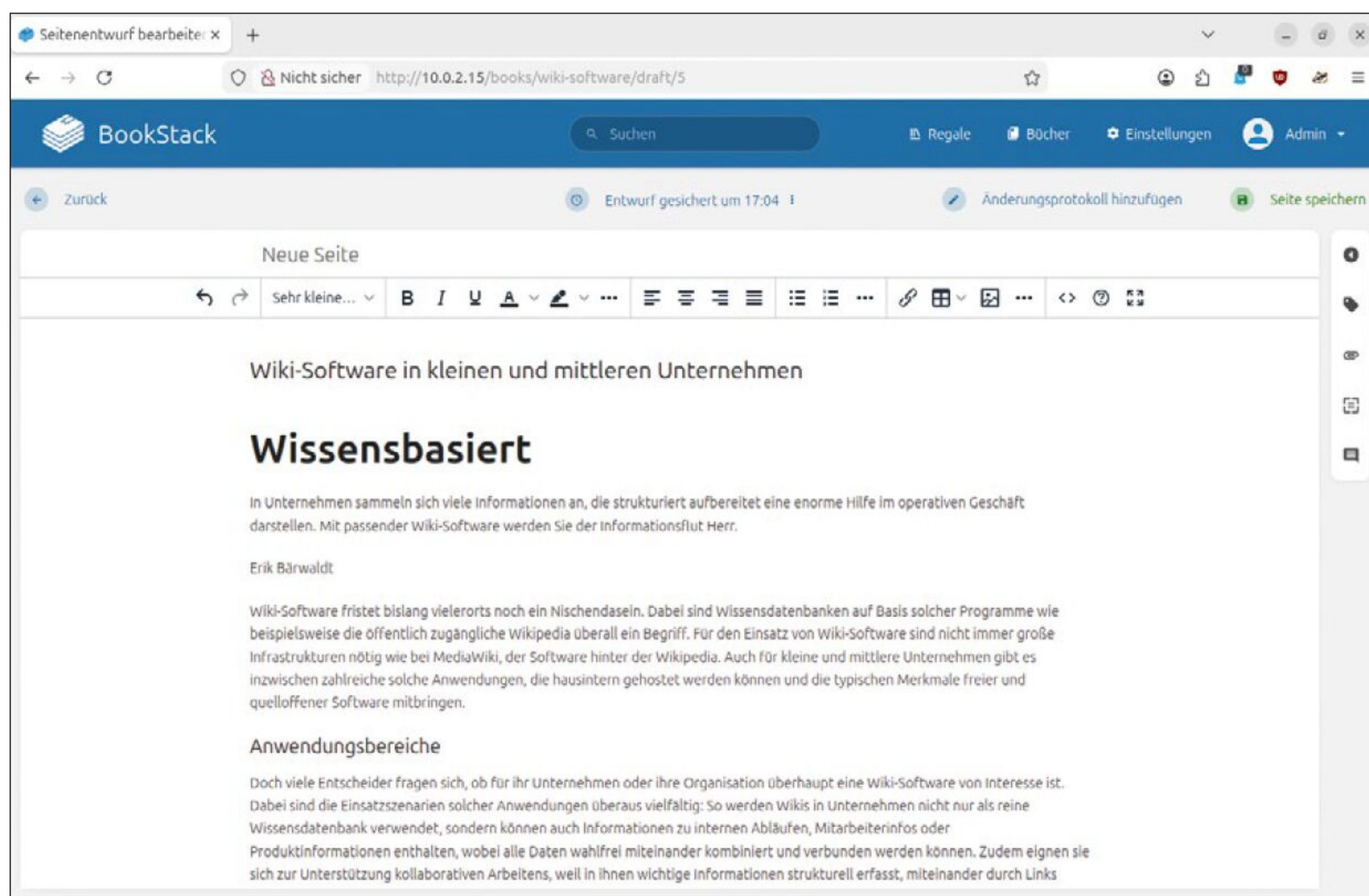
7 Über eine ausgeklügelte Rollenverwaltung gewähren Sie differenzierte Rechte.

Varianten sowie Alpine Linux, Debian 13 und AlmaLinux bereit. Zum Einbinden in ein aktuelles Ubuntu-24.04-System nutzen Sie die drei Befehle aus [Listing 1](#).

Nachrichten plus Hintergrund

Der KI-Newsletter des Linux-Magazins





8 Der Editor für Ihre Wiki-Einträge offeriert unter anderem eine WYSIWYG-Funktion.

Nach Abfrage einer Domain oder IP-Adresse richtet das Install-Skript innerhalb weniger Minuten das Wiki-System ein. Anschließend erhalten Sie am Prompt Informationen zum Aufruf der Software. Da es sich bei BookStack um ein web-basiertes Wiki handelt, benötigen Sie keine nativen Clients auf den Arbeitsplatzrechnern – ein Webbrowser genügt.

Öffnen Sie einen Webbrowser und geben Sie im Login-Bildschirm die am Prompt nach der Installation angezeigten Authentifizierungsdaten ein. Sie gelangen in einen sehr übersichtlich gehaltenen Eingangsdialog. Hier klicken Sie zunächst oben in der Steuerleiste auf *Admin*, um das System auf die deutsche Sprache umzustellen. Lokalisierungseinstellungen greifen in BookStack nur nutzerbezogen und nicht global.

Im Einstellungsmenü des Administrators navigieren Sie zu *My Account* und wählen unter *Preferred Language* eine der deutschen Optionen. Nach dem Bestätigen der Sprachauswahl mit *Save* passt BookStack die Spracheinstellung sofort an. Im selben Menü ändern Sie gegebenenfalls außerdem Ihre Zugangsdaten und fügen ein Bild ein.

Die weitere Systemkonfiguration nehmen Sie unter *Einstellungen* vor. Unterhalb der blauen Steuerleiste finden Sie noch weitere, nur gelegentlich benötigte Steuerelemente. Als Administrator sollten Sie gleich zu Beginn die Benutzer,

die auf die Wiki-Software Zugriff haben sollen, in der Gruppe *Benutzer* eintragen und ihre Rollen in der gleichnamigen Gruppe personenbezogen festlegen.

Rollenspiel

BookStack verfügt über eine ausgeklügelte Zugriffsverwaltung, die es ermöglicht, detaillierte anwenderspezifische Rechte zu vergeben. Im Dialog *Benutzer* legen Sie neue User an und weisen ihnen eine Rolle zu. Zur Auswahl stehen dabei *Admin*, *Editor*, *Public* und *Viewer*.

Klicken Sie auf einen der Links zur Rollenbezeichnung, um die Berechtigungen detailliert einzustellen. In der Vorgabe dürfen ausschließlich Admins und Editoren Inhalte generieren. Die beiden Rollen *Public* und *Viewer* erlauben dagegen lediglich das Betrachten von Inhalten. Die Rolle *Public* offeriert BookStack nur, wenn Sie die Inhalte des Wikis auch im Internet zur Verfügung stellen.

Interne Nutzer, die vom lokalen Netz aus lesenden Zugriff auf Inhalte erhalten sollen, fügen Sie dagegen der Gruppe *Viewer* hinzu. In allen Rollen **7** justieren Sie die Berechtigungen durch Setzen oder Entfernen eines Häkchens vor der jeweiligen Option. Beim Anlegen eines neuen Nutzers können Sie in der Benutzerverwaltung zusätzlich individuell eine Lokalisierung für ihn festlegen.

Bücher in Regalen

BookStack gliedert seine Inhalte in Form von Büchern. Die finden genau wie in der analogen Welt in Regalen ihren Platz, die Sie über den Dialog *Regale* erzeugen. Neben der Bezeichnung und einer Kurzbeschreibung legen Sie bei Bedarf zusätzlich ein Titelbild sowie Schlagwörter zur Thematik des Regals fest.

Nach dem Speichern springt die Routine in die Regalansicht. Dort sehen Sie zwei Links zum Erfassen neuer Bücher im Regal oder zum Editieren des Regals. Eine Steuerleiste offeriert eine Reihe von Verwaltungsoptionen. Um alle vorhandenen Regale einzusehen, klicken Sie oben in der blauen Steuerleiste erneut auf *Regale*. Die bereits erfassten Bücherablagen erscheinen darunter in Kachelform mit Namen und Kurzbeschreibung zur Erläuterung der Inhalte.

Analog dazu legen Sie im Dialog *Bücher* neue Monografien an, die jeweils einen Wiki-Beitrag repräsentieren. Dabei fragt BookStack wieder eine kurze Beschreibung ab. Nach dem Speichern beginnen Sie damit, eine Seite anzulegen oder ein neues Kapitel hinzuzufügen. Für ein neues Kapitel öffnet sich derselbe Dialog wie zur Anlage eines neuen Buchs oder Regals. Beim Anlegen einer neuen Seite gelangen Sie in den eigentlichen Editor **8**.

Über die entsprechenden Buttons lassen sich auf simple Weise verschiedene Formatierungen einfügen. Haben Sie den gewünschten Inhalt erfasst und abgespeichert, springt BookStack aus dem Editor in eine Bearbeitungsansicht. Hier finden Sie links neben dem Text eine Leiste mit unterschiedlichen Funktionen zum Modifizieren der angezeigten Inhalte. Unterhalb der Bearbeitungsfunktionen gibt es ein Inhaltsverzeichnis, das markierte und mit Attributen ausgezeichnete Absatzüberschriften enthält. Insbesondere bei längeren Wiki-Texten ist diese Funktion sehr nützlich, wenn Sie Änderungen in einem bestimmten Absatz vornehmen wollen. Sie müssen dann nicht mühsam durch den Text scrollen, sondern springen gleich durch einen Klick auf die entsprechende Überschrift zur richtigen Stelle.

BookStack bietet eine umfassende Versionsverwaltung, die Sie über *Versionen* links in der Steuerleiste erreichen. Im Dialog *Seitenversionen* finden Sie untereinander angeordnet die jeweiligen Varianten der Wiki-Seite samt Änderungshinweis, und rechts gibt es ein Feld mit Aktions-Links. So löschen Sie eine Version, sehen sie sich an oder stellen sie bei Bedarf wieder her.

Über den Link *Berechtigungen* in der linken Steuerleiste legen Sie fest, welcher Benutzer welche Zugriffsrechte erhält. Dabei übernehmen Sie bei Bedarf für einzelne Nutzer die in den Rollen festgelegten Standardberechtigungen.

BookStack gestattet außerdem das Weiterverarbeiten von Wiki-Inhalten. Dazu bietet es eine Funktion, mit der Sie das angezeigte Buch oder einzelne Inhalte daraus in ein anderes Dateiformat exportieren. Das entsprechende Kontextmenü, das Sie in der Buchansicht über einen Klick auf *Exportieren* öffnen, unterstützt HTML, PDF, ein einfaches Text- und

Markdown-Format sowie den Export umfangreicher Inhalte in ein ZIP-Archiv.

Fazit

Sowohl DokuWiki als auch BookStack eignen sich bestens für das Wissensmanagement und das kollaborative Arbeiten. Sie verfügen über alle nötigen Funktionen, ohne dabei überfrachtet zu wirken oder durch optische Gimmicks vom eigentlichen Zweck abzulenken.

Die Unterschiede zwischen den Anwendungen liegen im Detail: Während DokuWiki optisch konventioneller wirkt, sich aber durch Module flexibel an spezielle Bedürfnisse anpassen lässt, glänzt BookStack mit einer moderneren Oberfläche, verfügt über ausgefeiltere Exportfunktionen und erlaubt es, den Inhalt mit Kommentaren zu versehen. Beide Anwendungen gefallen durch eine einfache Installation.

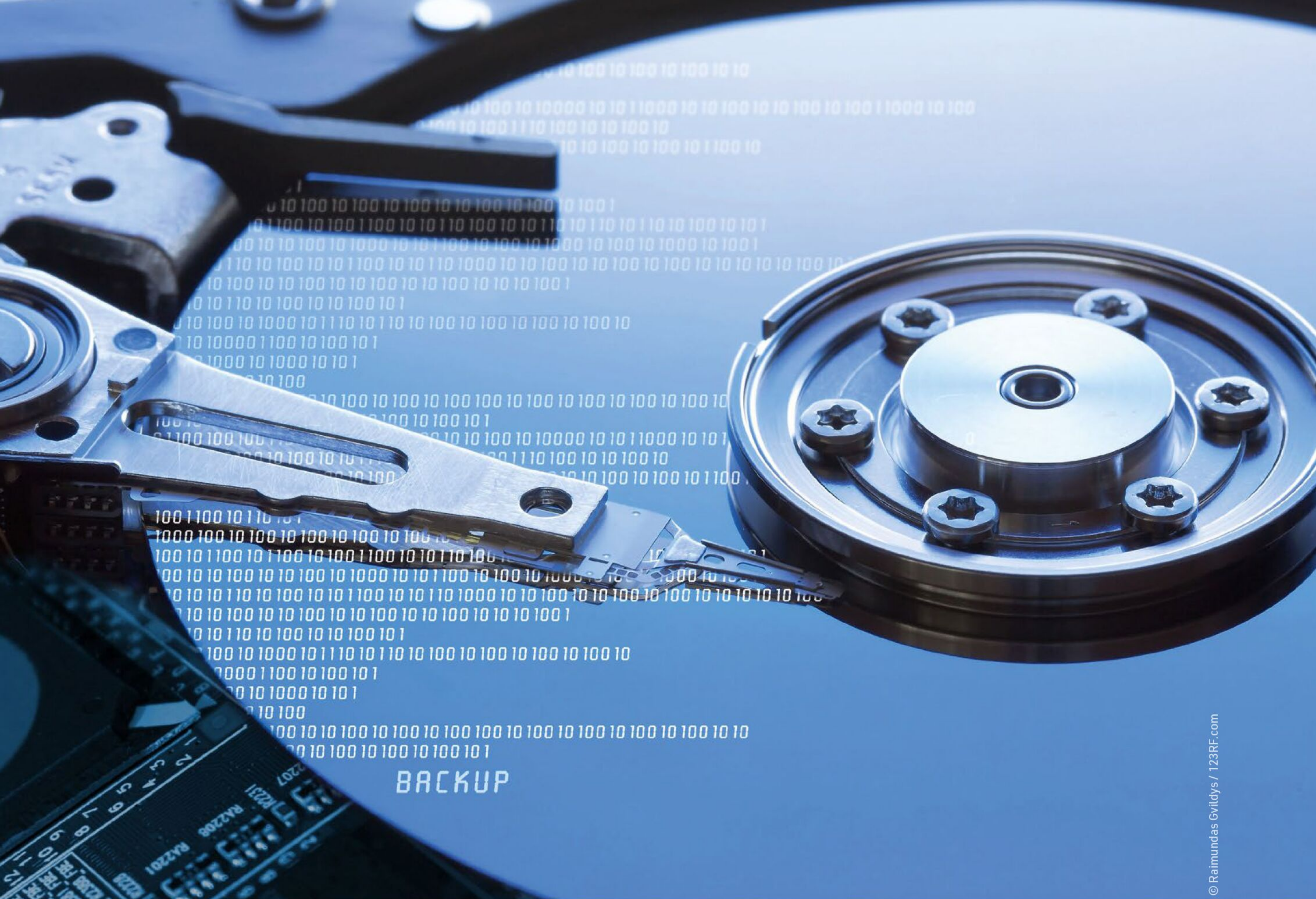
Als einziges Manko beider Applikationen sticht die teilweise unvollständige deutsche Lokalisierung ins Auge. Bei DokuWiki kommt noch die nicht konsistente Installationsroutine unter den aktuellen Debian-Versionen hinzu. Insgesamt sind jedoch beide Wiki-Systeme vorbehaltlos zu empfehlen. *(jak)* ■



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/53684

Feature-Vergleich Wiki-Systeme		
	DokuWiki	BookStack
Lizenz	GPLv2	MIT
plattformübergreifend erhältlich	■	■
Docker-Container	■	■
Oberfläche	webbasiert	webbasiert
native Clientsoftware erhältlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funktionen		
Markdown-Editor	■	■
WYSIWYG-Editor	■	■
Seitenvorschau	■	■
Medieneinbindung	■	■
Verlinkung von Inhalten	■	■
Administrationsseite	■	■
kollaboratives Bearbeiten	■	■
Kommentarfunktion	<input type="checkbox"/>	■
Versionsverwaltung	■	■
Plugins	■	<input type="checkbox"/>
Exportfunktion für Inhalte	via Plugin	■



© Raimundas Gvildys / 123RF.com

Bequeme und flexible Datensicherung mit Minarca

Einfach sicher(n)

Dank der einfachen grafischen Nutzerführung sichern

Sie mit Minarca Ihre Daten im lokalen Netz ohne Mühe.

Erik Bärwaldt

README

Backup gehört zu den eher ungeliebten Aufgaben am heimischen PC. Das freie und serverbasierte Minarca macht die Datensicherung zum Kinderspiel. Clients gibt es für alle gängigen Systeme, sodass die Anwendung sich auch für heterogene Netze eignet.

Sowohl in kleinen Büros als auch zu Hause vernachlässigen viele Anwender häufig die notwendige, regelmäßige Datensicherung. Stattdessen speichern und verarbeiten sie persönliche Daten gern in der Cloud. Doch die entsprechenden Dienste lassen beim Datenschutz meist zu wünschen übrig und können langfristig sehr kostspielig werden.

Für mehr Unabhängigkeit sorgen automatisierte Backup-Systeme, die im eigenen Netz auf einem Server laufen und die Daten regelmäßig im Hintergrund ohne manuelle Eingriffe sichern. Mit solchen On-Premises-Installationen behalten Sie zudem die Datenhoheit im Haus und geraten nicht in Abhängigkeit von einem Anbieter. Steht die benötigte Backup-Software auch noch unter einer freien Lizenz, wie bei Minarca [🔗](#), entstehen noch nicht einmal Beschaffungskos-

ten. Überdies ermöglicht die selbst gehostete Lösung den Einsatz älterer Hardware als Backup-Server.

Konzept

Sie betreiben Minarca auf Ihrem Server entweder als klassische Applikation oder in einer Containerumgebung unter Docker. Die dazugehörigen Clients („Agents“) gibt es sowohl für Linux als auch für MacOS und Windows, sodass sich die Lösung bestens für heterogene Infrastrukturen eignet. Die Agents dienen bei kleineren Datenmengen nicht primär als grafisches Backup-Frontend, sondern eher zur Konfiguration und Verwaltung der lokalen Datensicherungen. Für die Datenrekonstruktion kommt bei kleineren Datenmengen ein übersichtliches Webinterface zum Einsatz.

Minarca basiert auf dem Kommandozeilenwerkzeug Rdiff-backup, das inkrementelle Backups erstellt. Eine ausgeklügelte Benutzerverwaltung erlaubt es, benutzerspezifisch Rechte zu vergeben und Quotas anzulegen. Mithilfe des grafischen Frontends Rdiffweb stellen Sie die Daten aus dem Backup wieder her. Dabei lassen sich dank einer dateibasierten Sicherungsstrategie auch einzelne Dateien zurückholen.

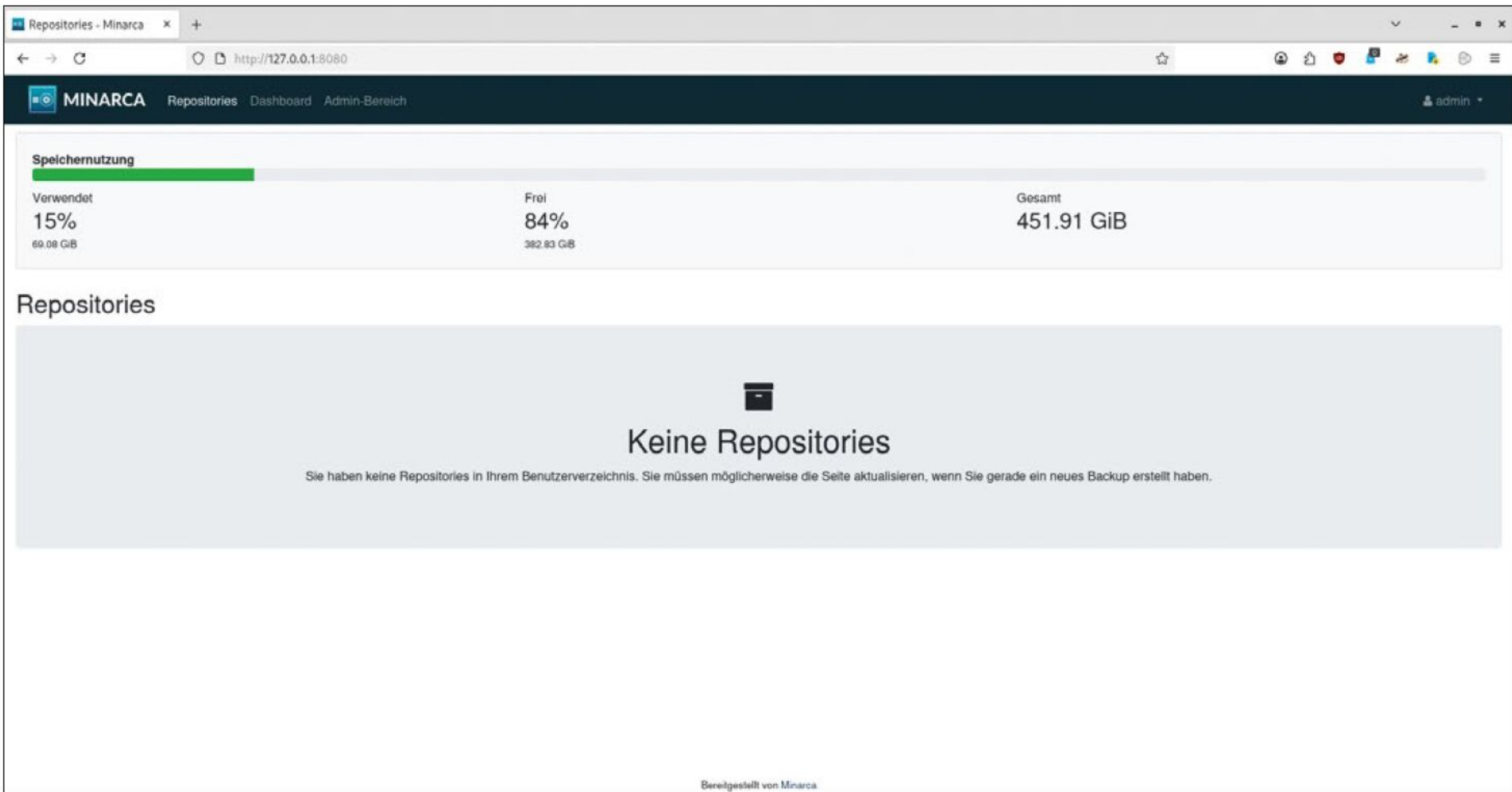
Ähnlich flexibel agiert Minarca bei den Sicherungsmedien: Sie legen die Backups wahlweise auf dem eigenen Server, auf entfernten Maschinen oder auf Wechseldatenträgern ab. Eine redundante Sicherung ist ebenfalls möglich. Da die Software zudem Spiegelversionen der gesicherten Verzeichnisse und Ordner anlegt, besteht die Möglichkeit des direkten Zugriffs auf die Sicherungen auch ohne den Server.

Der Minarca-Server agiert abwärtskompatibel zu älteren Agents. Aus diesem Grund ist es bei einem Update des Servers nicht zwingend notwendig, die Clients zu aktualisieren.

Installation

Die Entwickler empfehlen ein Debian-System als Unterbau für die Installation des Backup-Servers. Dazu stellen sie auf der Webseite des Projekts eine ausführliche Installationsanleitung bereit, mit deren Hilfe Sie Minarca in wenigen Schritten aus dem Repository einrichten. Der Server wird dabei auch in den Systemd-Prozess eingepflegt und startet damit bei jedem Hochfahren des Computers automatisch.

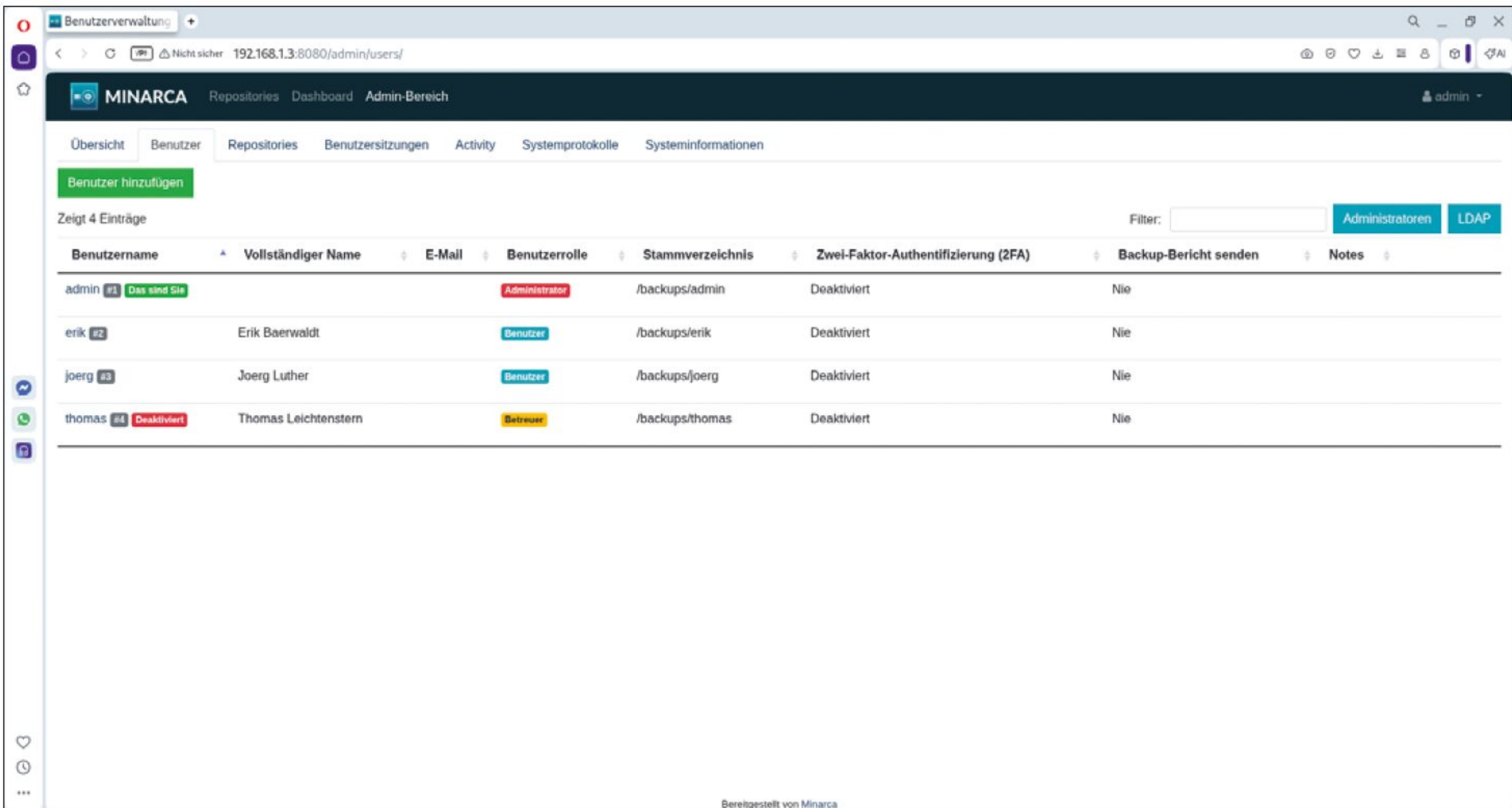
Nach der Installation öffnen Sie auf dem Server den Webbrowser und



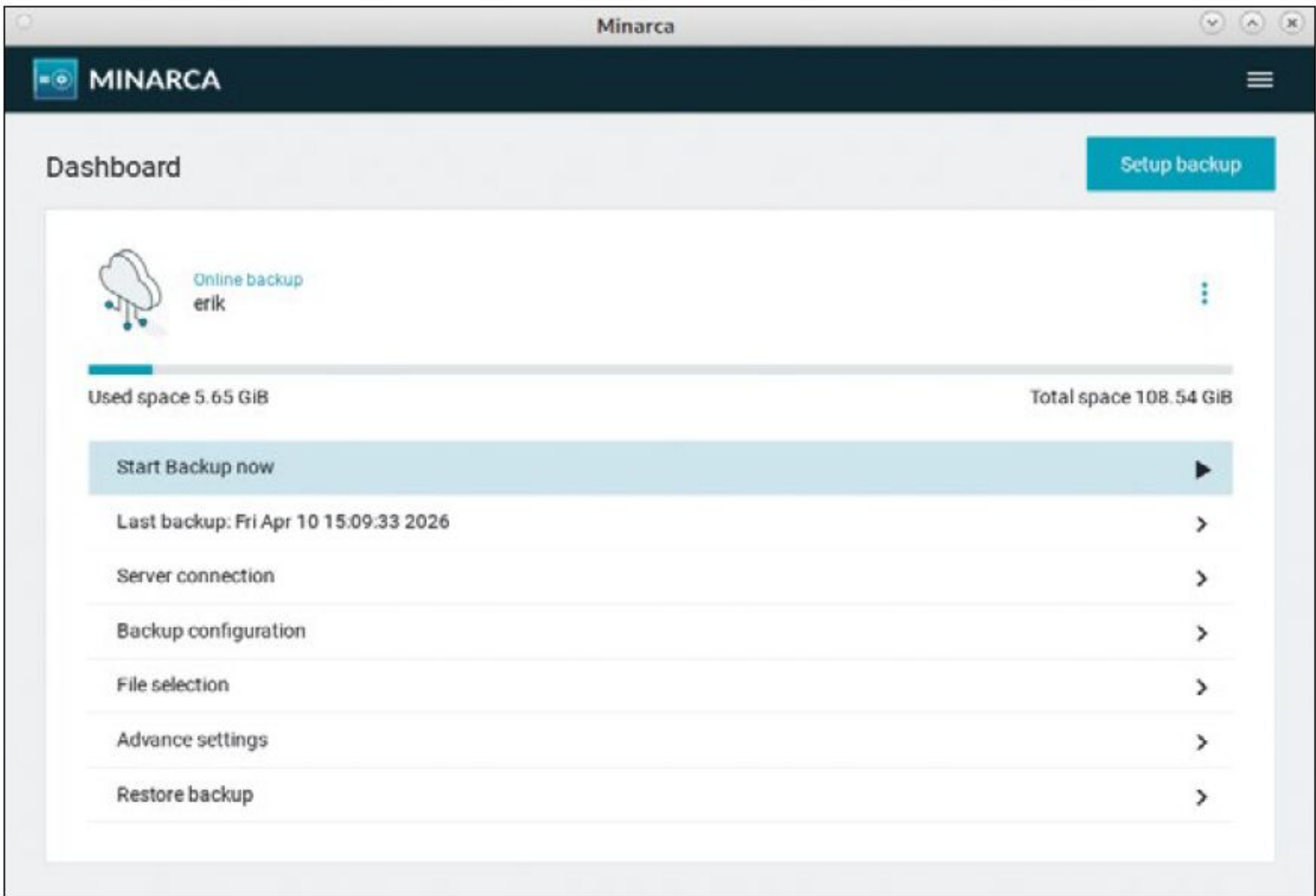
1 Die übersichtliche Einstiegsseite von Minarca beschränkt sich aufs Wesentliche.

geben als URL <http://127.0.0.1:8080> ein. Betreiben Sie den Server ohne grafische Oberfläche, erhalten Sie von jedem im Netz befindlichen Rechner Zugriff via Browser: Dafür ersetzen Sie in der URL lediglich die Localhost-IP 127.0.0.1 durch die IP-Adresse des Servers. Im Login-Bildschirm melden Sie sich als *admin* mit dem Passwort *admin123* an.

Auf der Einstiegsseite 1 finden Sie außer einer am oberen Fensterrand platzierten Steuerleiste zunächst keine weiteren Bedienelemente. Das Browserfenster zeigt lediglich die vorhandene Speicherkapazität der Festplatte und eine



2 Die Benutzerverwaltung erledigen Sie in einem eigenen Dialog im Web-Frontend des Servers.



3 Der Minarca-Client erlaubt nicht nur eine Neukonfiguration, sondern auch den manuellen Start von Backups.

Um einen neuen *Benutzer* anzulegen, klicken Sie auf den gleichnamigen Reiter und anschließend auf die grüne Schaltfläche *Benutzer hinzufügen*. Im folgenden Dialog geben Sie die geforderten Benutzerdaten ein, wobei Sie zusätzlich für jeden Nutzer eine Rolle festlegen. Voreingestellt ist die Rolle *Benutzer* aktiv. Die Alternativen *Betreuer* und *Administrator* gewähren jeweils zusätzliche Rechte.

Nach dem Fertigstellen des Eintrags klicken Sie unten links auf *Benutzer hinzufügen*. Die Routine wechselt nun in die Benutzeransicht, in der der neue Benutzer samt Rolle in der Tabelle erscheint 2. Um den Eintrag zu editieren oder eine Übersicht über die zugehörigen

bislang noch leere Liste der vorhandenen Repositories.

Konfiguration

Die eigentliche Konfiguration nehmen Sie im *Admin-Bereich* der Web-GUI vor, den Sie mit einem Klick auf den entsprechenden Menüpunkt öffnen. Hier erscheinen eine Tabelle mit der Anzahl der Benutzer und Repositories sowie der Zahl der aktiven Sitzungen.

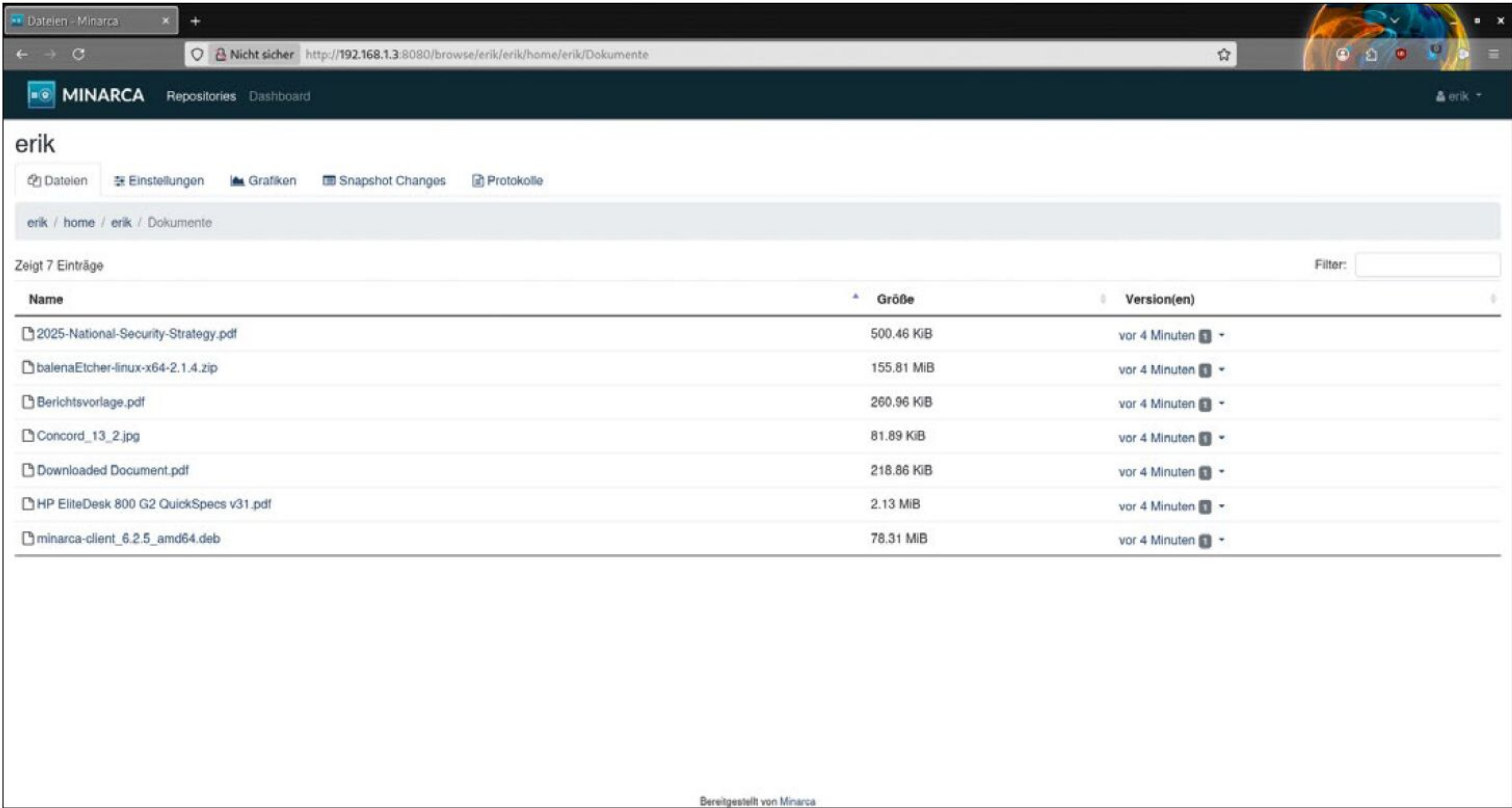
gen Ressourcen zu erhalten, bewegen Sie den Mauszeiger ganz rechts in die entsprechende Zeile und klicken auf das eingblendete Bleistiftsymbol. Im neuen Dialog modifizieren Sie die Einstellungen oder entfernen den Eintrag über *Benutzer löschen*. In einem weiteren Dialog legen Sie fest, ob Minarca lediglich den Benutzer aus dem System entfernt oder auch die dazugehörigen Backups löscht.

Nach dem Fertigstellen der Grundkonfiguration des Servers installieren Sie die Clients. Für Ubuntu und Debian gibt es jeweils ein DEB-Paket, für andere Distributionen einen generischen Tarball. Daneben offeriert die Download-Seite Agents für Windows 10/11 sowie MacOS 10.15 und höher.

Beim ersten Start des frisch installierten Clients konfigurieren Sie zunächst den Zugang zum zuvor installierten Server. Um Minarca lokal zu verwenden, richten Sie den Zugriff auf die angeschlossenen Massenspeicher ein. Für den Serverzugang wählen Sie die Option *Online backup*. In den folgenden Dialogen geben Sie den Hostnamen oder die IP-Adresse des Servers an sowie die auf dem Server festgelegten Zugangsdaten. Darüber hinaus legen Sie den Pfad zum Backup-Verzeichnis fest, das auf dem Server zusammen mit dem entsprechenden Benutzerkonto angelegt wurde.

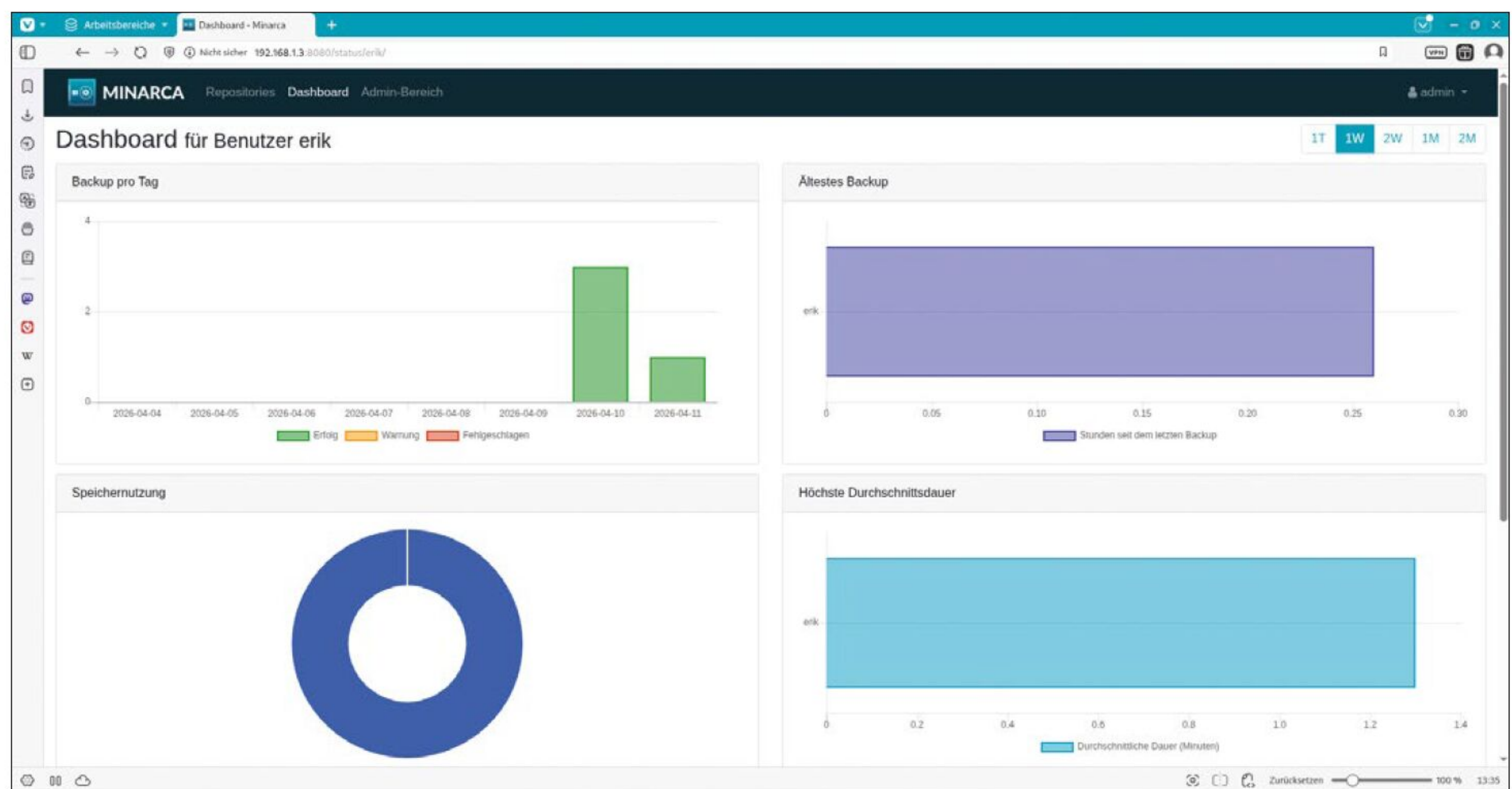
Nach Fertigstellung der Serveranbindung gelangen Sie in das Dashboard des Clients. Dort beginnen Sie die Datensicherung mit einem Klick auf *Start Backup now*. Die

Software erledigt das erste Backup gemäß der entsprechenden Vorgaben und blendet die Speicherbelegung in einem Balken ein. Nach Abschluss der Datensicherung erscheint eine Meldung mit Datum und Ausführungszeit der Sicherung 3. In den weiteren Einstellungsgruppen konfigurieren Sie die automatisierte Datensicherung und geben ein- und auszuschließende Verzeichnisse an. Im Dialog *Advanced settings* tragen Sie Skripte ein, die Sie vor oder nach einer Siche-



4 Mithilfe eines Dateimanagers beziehen Sie einzelne Dateien aus dem jeweiligen Backup-Ordner.

Mit einem Klick in die Spalte *Versionen* öffnen Sie ein Kontextmenü, das die einzelnen gesicherten Varianten auflistet.



Durch einen Klick auf den Eintrag *Mehr anzeigen* erscheint die betreffende Datei in einer Versionstabelle, aus der Sie die gewünschte Variante über *Herunterladen* auf Ihren Rechner holen **4**.

IT-Profilmarkt - Linux-Magazin - Mozilla Firefox

www.linux-magazin.de/it-profilmarkt/

LINUX MAGAZIN

News Magazin Digitales Abo Videos Blogs Events Academy Abo Shop

Embedded Linux Kernel Virtualisierung KDE C++ Projekte openSUSE

Administration Desktop Entwicklung Hardware Netzwerk Security Software

Online

iT PROFIMARKT

Linux-Magazin Online präsentiert den Wegweiser zu Dienstleistungs- und Seminaranbietern im Linux- und Open-Source-Bereich.

Lassen Sie alle Eingabefelder leer, wird eine vollständige Liste aller Anbieter nach Postleitzahlen sortiert angezeigt. Im europäischen Ausland müssen Länderkennzeichen und einen Bindestrich voranstellen, also A-1010 für Wien.

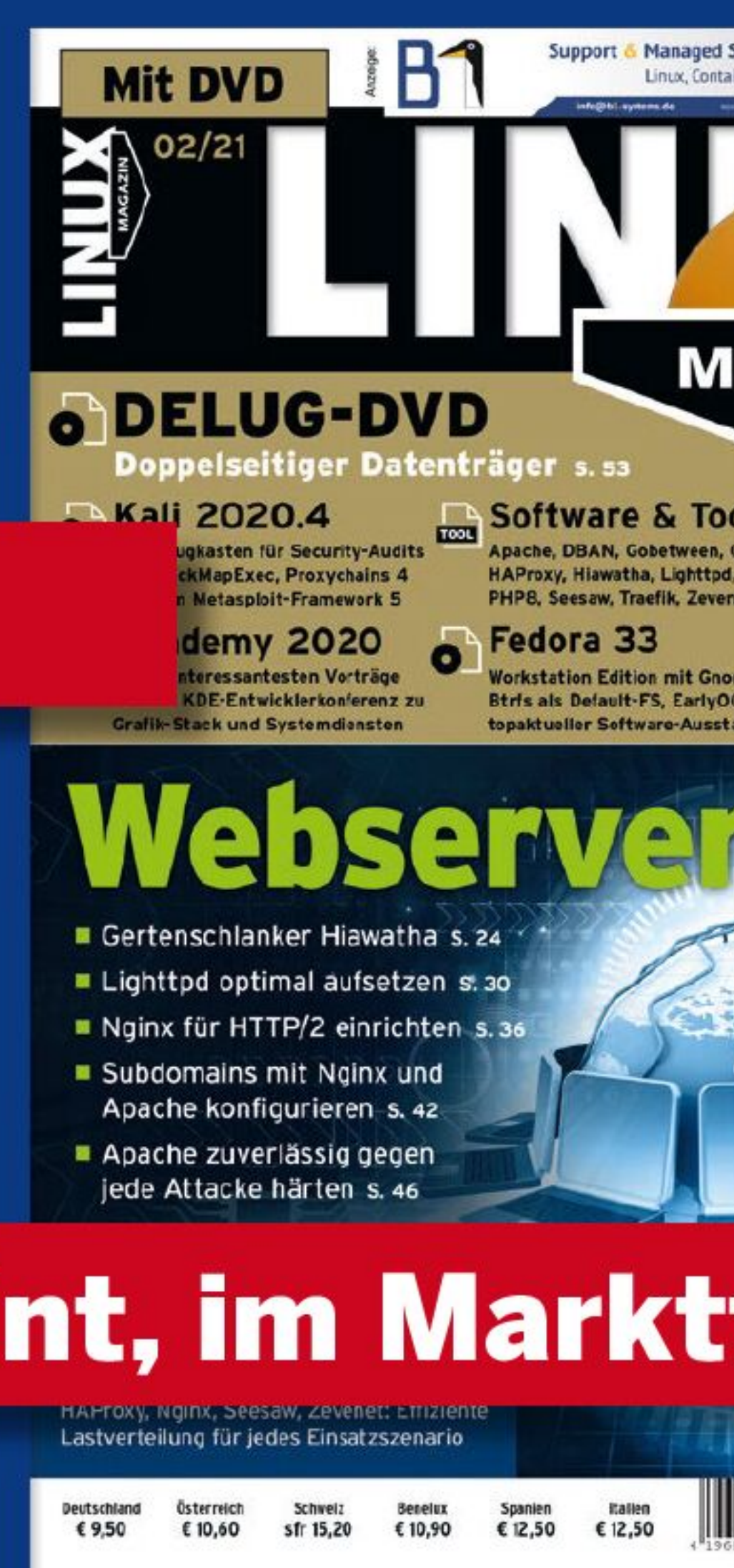
Schalten Sie jetzt Ihren eigenen Firmeneintrag im IT-Profilmarkt – senden Sie Ihren Firmeneintrag an:

it.profilmarkt@linux-magazin.de

Finden Sie Anbieter in Ihrer Nähe

Online

Print, im Marktteil



Service

IT-Profilmarkt

IT PROFIMARKT

Sie fragen sich, wo Sie maßgeschneiderte Linux-Systeme sowie kompetente Ansprechpartner zu Open-Source-Themen finden? Der IT-Profilmarkt weist Ihnen hier als zuverlässiges Nachschlagewerk den richtigen Weg. Die im folgenden gelisteten Unternehmen beschäftigen Experten auf Ihrem Gebiet und bieten

hochwertige Produkte und Leistungen. Die aktuellen Angebote jeder Firma entnehmen Sie deren Homepage. Der ersten Orientierung dienen die Kategorien Hardware, Software, Seminaranbieter, Systemhaus, Netzwerk/TK sowie Schulung/Beratung. Der IT-Profilmarkt-Eintrag ist ein Service von Linux-Magazin und LinuxUser.

Besonders komfortabel finden Sie einen Linux-Anbieter in Ihrer Nähe online über die Umkreis-Suche. Schauen Sie einfach mal rein unter:

<http://www.it-profilmarkt.de>.

Weitere Informationen:

Computer-Media GmbH

Anzeigenabteilung

Dr.-Mack-Str. 83

D-90762 Fürth

Tel.: +49 (0) 911 / 2872-252

Fax: +49 (0) 911 / 2872-241

E-Mail: anzeigen@linux-user.de

IT-Profilmarkt

Firma	Anschreibt	Telefon	Web	1	2	3	4	5	6
Soldaterra internet & unixsupport	01910 Dörsen, Tannenstr. 2	0351 4029816	www.soldaterra.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
unixworld GfH/NET Consultants	04460 Mönchengladbach, Rietzsch-Winkel-Str. 4	0211 40975-4	www.unixworld.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Heinlein Support GmbH	31810 Berle, Schenker-Str. 67b	05045625-0	www.heinlein-support.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TUM&K Computer	19360 Berlin, Anton-Sarkow-Platz 8	030-7620773	www.tum&k.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PC-KOLLEGE Training GmbH	19863 Berlin, Stettinstraße 78	0800 5777 323	www.pc-kollege.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Compago GmbH	13255 Berlin, Adalberts-Str. 61	030-250339	www.compago.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ipago GmbH	12101 Berlin, Werner-Heide-Center 62	030-780 97 180	www.ipago.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sybase GmbH	20403 Hamburg, Hermannsberg 26	040-72603190	www.sybase.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
talcam GmbH	31640 Hannover, Calenberger Neustadt 3	0511-123599-0	www.talcam.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Linux-Systeme GmbH	45275 Essen, Langenbrüggen 179	0211-298800	www.linux-systeme.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LinuxInfo GmbH	45279 Essen, Antenne 11	0211-8516 400	www.linuxinfo.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
alen IT GmbH	50678 Köln, Heidebleich 25-29	0221 75 16 664-4	www.alen-ide.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	53072 Siegen, Hahler Weg 7	0271 313680	www.cit-ide.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	75645 Stuttgart, Heisenbergstraße 10	0711-281765	www.cit-ide.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Information	73733 Esslingen, Vindenbergstr. 171	0711-494943	www.bachhof-ide.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	75170 Pforzheim, Kurze Steig 31	07231 44076-6	www.popt.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	71033 Karlsruhe, Drogenhaus 24-26	0712-9420664	www.brookside.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cisco AG	70259 Stuttgart, Postfach 7	07143 1476120	www.cisco.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SI Systems GmbH	80309 München, Konrad-Zuse-Platz 8	089-9099510	www.sisystems.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Transfer-Computers GmbH	82048 Ingolstadt, Zingststraße 7	08457 431006	www.transfer-systems.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OSIC Open-Source Training and Consulting GmbH	90425 Nürnberg, Wildenauer Straße 10	0921 99 19 003	www.osic-online.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Thomas-Berns AG	94078 Freyung, Sporkelbach-Str. 10	0931 314844	www.thomas-berns.com	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LinuxComponent	A-2700 Wiener Neudorf, Brückengasse 4	+43 (0)2762 42255-20	www.LinuxComponent.at	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stefl Microsystems	A-2008 Krems an Donau, De-France-Winkel-Str. 2	+43 (0)272 71545-0	www.stefl.at	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OMTEC	04 20130 Bonn, Dornmeyer 42	+49 231-330620	www.omtec.de	✓	✓	✓	✓	✓	✓

1 = Hardware 2 = Netzwerk 3 = Systemhaus 4 = Seminaranbieter 5 = Software 6 = Schulung/Beratung

92

www.linux-user.de

01.2003

Systemprotokolle - Minar

http://127.0.0.1:8080/admin/activity/

MINARCA

Repositories Dashboard Admin-Bereich

admin

Übersicht Benutzer Repositories Benutzersitzungen Activity Systemprotokolle Systeminformationen

Displaying 1-20 of 24 most recent activities

Filter:

Show User Activities Show Repository Activities Reset

Date	Actor	Model Type	Target	Action	Details
11.4.2026, 13:19:19	System	Benutzer	erik	Event	Event logged by System • 11.4.2026, 13:19:19 User login to web application
11.4.2026, 13:17:54	System	Benutzer	admin	Event	Event logged by System • 11.4.2026, 13:17:54 User login to web application
10.4.2026, 17:59:56	System	Benutzer	erik	Event	Event logged by System • 10.4.2026, 17:59:56 User login to web application
10.4.2026, 17:58:58	System	Benutzer	admin	Event	Event logged by System • 10.4.2026, 17:58:58 User login to web application
10.4.2026, 17:49:35	System	Benutzer	erik	Event	Event logged by System • 10.4.2026, 17:49:35 User login to web application
10.4.2026, 15:38:45	System	Benutzer	erik	Event	Event logged by System • 10.4.2026, 15:38:45 User login to web application
10.4.2026, 15:29:57	System	Benutzer	erik	Event	Event logged by System • 10.4.2026, 15:29:57

6 Die nützliche Reportfunktion gibt einen sehr guten Überblick über aktuelle Aktivitäten im System.

den Nutzer auf *Übersicht* klicken. Für Serversysteme ohne grafische Oberfläche bietet Minarca auch die Möglichkeit, den Agenten mit reduzierter Funktionalität per Terminal zu nutzen. Am Prompt konfigurieren Sie den Zugang zum Server, stellen Datensicherungen ein und stellen einzelne Datenbestände wieder her. Der Terminal-Client akzeptiert zahlreiche Optionen und Parameter, zu denen Sie auf der Webseite des Projekts eine ausführliche Dokumentation finden [🔗](#).

Rekonstruktion

Um gesicherte Daten in ihrer Gesamtheit wiederherzustellen, nutzen Sie die Option *Restore backup* im Dashboard des Clients. In den folgenden Dialogen wählen Sie das gewünschte Backup aus und legen fest, welche Verzeichnisebenen Sie zurücksichern möchten. Die Routine blendet dafür nach der Auswahl der gewünschten Ordner einen Dateimanager ein, in dem Sie den Zielort angeben. Im Webbrowser spielen Sie einzelne Verzeichnisse mitsamt deren Unterordnern oder Dateien zurück, indem Sie rechts neben dem gewünschten Verzeichnis in der Spalte *Versionen* die entsprechende Variante auswählen und sie dann durch einen Mausklick auf *Herunterladen* zurücksichern.

Statistik und Terminal

Minarca bietet darüber hinaus eine Statistikfunktion. Sie erscheint nach der Anmeldung im Dashboard Ihres Webbrowsers. Sie zeigt in grafischer Form je nach Bedarf unter anderem die Speichernutzung, den täglichen Status der Backups sowie deren Dauer an. Daneben weist sie geänderte Daten aus. Für den längerfristigen Einsatz wählen Sie gegebenenfalls Anzeigezeiträume von bis zu zwei Monaten aus [5](#). Als Admin sehen Sie die Statistiken aller Nutzer ein, indem Sie in der Benutzeransicht hinter dem betreffen-

Geschwätzig

Zur Dokumentation der Backup-Vorgänge bietet Minarca die Option, Berichte anzufertigen. Sie erreichen sie über das Webinterface im *Admin-Bereich* unter *Activity* sowie *Systemprotokolle* [6](#). *Activity* stellt einen Überblick über die Aktivitäten der Benutzer als Tabelle bereit und bietet eine Suchfunktion an. Die *Systemprotokolle* beziehen sich ausschließlich auf Systemaktivitäten. Benachrichtigungen über Ereignisse versendet der Server auf Wunsch per E-Mail. Dazu gilt es, im Konfigurationsdialog des jeweiligen Benutzers die Option *Backup-Bericht senden* zu aktivieren und eine E-Mail-Adresse zu hinterlegen.

Fazit

Minarca nimmt dem Backup in kleinen und mittleren IT-Infrastrukturen ihren Schrecken. Der Server lässt sich schnell aufsetzen und leicht konfigurieren, die Clients greifen flexibel per webbasierter Oberfläche oder grafischem Frontend auf ihn zu. Die Software arbeitet stabil und ohne überflüssigen Schnickschnack. Trotzdem empfiehlt sich die Lektüre der ausführlichen Dokumentation, nicht zuletzt, um den Server abzusichern. Einziges Manko von Minarca ist die teils noch unvollständige deutsche Lokalisierung, was dem Nutzen des Programms jedoch keinen Abbruch tut. (tle/jlu) ■

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53459

Weitere Infos und
interessante Links
www.linux-user.de/qr/53459

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: compu-tec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.linuxuser.de



© andre.luc88 / 123RF.com

Sudo vs. Doas: Zwei Wege zur Root-Rechteverwaltung

Direkt an der Wurzel

Sudo gilt als Standardwerkzeug für das Ausführen von Befehlen mit administrativen Rechten. Mit Doas gibt es jedoch eine leichtgewichtige Alternative. Wir sehen uns an, für welche Szenarien sich welches Tool besser eignet. Ferdinand Thommes

README

Die Werkzeuge Sudo und Doas ermöglichen es, die Rechte eines anderen Users zu nutzen, meist die von Root. Während Sudo im Unternehmen punktet, genügt für den privaten Einsatz meist Doas.

Geht es darum, in Linux-Distributionen administrative Rechte zu erlangen, gibt es seit Jahrzehnten den De-facto-Standard Sudo [🔗](#), was für „Superuser Do“ steht. Sudo stellt jedoch sehr viel mehr Funktionen zur Verfügung, als die meisten Desktop-User benötigen, und weist immer wieder Sicherheitslücken auf. Grund genug, die hier vorgestellte Alternative Doas [🔗](#) näher zu betrachten.

Um die Unterschiede zu verdeutlichen, werfen wir zunächst einen Blick auf den Umfang der Tools. Während Sudo derzeit im Kern und ohne externe Bibliotheken rund 200 000 Zeilen Code auf die Waage bringt, liegt Doas je nach Implementierung bei 1500 bis 3000 **LOC** und minimiert damit den Angriffsvektor. Diese Diskrepanz ist das Ergebnis unterschiedlicher Designentscheidungen: Sudo implementiert zahlreiche Funktionen, die Doas bewusst ausklammert.

Sudo entstand in den 1980er-Jahren und wird seitdem kontinuierlich erweitert. Mittlerweile bildet es ein komplexes Framework mit Plugin-Architektur, umfangreichen Logging-Funktionen und der Einbindung in zentrale Authentifizierungsdienste wie Kerberos, LDAP und

Microsoft Active Directory. Aufgrund seiner Verbreitung ist Sudo geradezu ein Hacker-Magnet, bei dem in der Vergangenheit eine Vielzahl kritischer Sicherheitslücken auftraten.

Doas – das Kürzel steht für Dedicated OpenBSD Application Subexecutor – entstand als Reaktion auf die Komplexität von Sudo und dessen Anfälligkeit für Sicherheitslücken (wobei auch Doas in den Jahren 2019 und 2023 zwei kleinere Lücken aufwies). Das seit 2015 von Ted Unangst für OpenBSD entwickelte Tool verfolgte von Beginn an ein klares Ziel: möglichst wenig Code und geringe Komplexität. 2020 wurde es dann auf weitere BSD-Derivate sowie auf Linux portiert.

Unterschiedliche Ansätze

Ein zentraler Unterschied zwischen dem Framework Sudo und dem Werkzeug Doas liegt in der Konfiguration. Sudo verwendet mit der Datei sudoers ein sehr mächtiges, aber auch komplexes Regelwerk, das weniger technikaffine Desktop-Nutzer schnell überfordert. Administratoren können dagegen exakt definieren, welcher Benutzer welchen Befehl auf welchem System unter welchen Bedingungen ausführen darf.

Diese Flexibilität spielt insbesondere in größeren Umgebungen eine wichtige Rolle. Doas reduziert dieses Modell auf ein Minimum mit einer bewusst einfach gehaltenen Konfigurationsdatei und verzichtet auf viele Abstraktionsmechanismen. Regeln lassen sich klar lesen und schnell nachvollziehen, reduzieren aber gezielt alle für Desktop-Nutzer nicht relevanten Funktionen.

Die Unterschiede zeigen sich auch im Sicherheitsmodell. Sudo setzt auf fein abgestimmte Kontrolle über Berechtigungen und ermöglicht damit, Benutzern gezielt Rechte für bestimmte Befehle zu gewähren, ohne vollen Root-Zugang freizugeben. Administratoren können Rechte sehr fein abstimmen, Umgebungsvariablen filtern, eine Protokollierung erzwingen und komplexe Richtlinien umsetzen. Diese Funktionalität ist besonders in Multi-User-Umgebungen und in Enterprise-Szenarien gefragt. Doas als minimalistisches Werkzeug für den Desktop erreicht Sicherheit durch reduzierte Komplexität.

In der täglichen Nutzung hängt die Wahl stark vom Szenario ab. Auf Einzelplatzsystemen oder in überschaubaren Setups kommt Sudo häufig nur für einfache Aufgaben wie Paketinstallationen zum Einsatz. In solchen Fällen wird der Großteil der vorhandenen Funktionalität ohne praktischen Mehrwert unnötig mitgeschleppt. Hier kann Doas Sudo vollständig ersetzen. Anders sieht es in größeren Infrastrukturen aus: Sobald mehrere Administratoren mit unterschiedlichen Rechten arbeiten oder eine zentrale Benutzerverwaltung zum Einsatz kommt, spielt Sudo seine Stärken aus. Die zusätzliche Komplexität ist hier kein Nachteil, sondern Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf.

Unkomplizierter Umstieg

Der Umstieg von Sudo auf Doas gelingt auch wenig erfahrenen Anwendern auf Anhieb. Der Umfang der Konfigurations-

LOC: Lines of Code, Anzahl der Codezeilen. Wird in der Programmierung als Maß für den Umfang einer Software verwendet.

Listing 1: sudoers

```
root    ALL=(ALL:ALL) ALL
%sudo  ALL=(ALL:ALL) ALL
@includedir /etc/sudoers.d
```

```
#
# This file MUST be edited with the 'visudo' command as root.
#
# Please consider adding local content in /etc/sudoers.d/ instead of
# directly modifying this file.
#
# See the man page for details on how to write a sudoers file.
#
Defaults      env_reset
Defaults      mail_badpass
Defaults      secure_path="/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin"

# This fixes CVE-2005-4890 and possibly breaks some versions of kdesu
# (#1011624, https://bugs.kde.org/show_bug.cgi?id=452532)
Defaults      use_pty

# This preserves proxy settings from user environments of root
# equivalent users (group sudo)
#Defaults:%sudo env_keep += "http_proxy https_proxy ftp_proxy all_proxy no_proxy"

# This allows running arbitrary commands, but so does ALL, and it means
# different sudoers have their choice of editor respected.
#Defaults:%sudo env_keep += "EDITOR"

# Completely harmless preservation of a user preference.
#Defaults:%sudo env_keep += "GREP_COLOR"

# While you shouldn't normally run git as root, you need to with etckeeper
#Defaults:%sudo env_keep += "GIT_AUTHOR_* GIT_COMMITTER_*"

# Per-user preferences; root won't have sensible values for them.
#Defaults:%sudo env_keep += "EMAIL DEBEMAIL DEBFULLNAME"

# "sudo scp" or "sudo rsync" should be able to use your SSH agent.
#Defaults:%sudo env_keep += "SSH_AGENT_PID SSH_AUTH_SOCK"

# Ditto for GPG agent
#Defaults:%sudo env_keep += "GPG_AGENT_INFO"

# Host alias specification

# User alias specification

# Cmnd alias specification

# User privilege specification
root    ALL=(ALL:ALL) ALL
ft      ALL=(ALL:ALL) ALL
# Allow members of group sudo to execute any command
%sudo  ALL=(ALL:ALL) ALL
```

1 Die Sudo-Konfigurationsdatei sudoers enthält zahlreiche Optionen, die für den einfachen Desktop-Einsatz nicht benötigt werden.


```
ft@tuxedo-os: ~$ sudo apt install opendoas
[sudo] Passwort für ft:
Paketlisten werden gelesen... Fertig
Abhängigkeitsbaum wird aufgebaut... Fertig
Statusinformationen werden eingelesen... Fertig
Die folgenden NEUEN Pakete werden installiert:
 opendoas
0 aktualisiert, 1 neu installiert, 0 zu entfernen und 0 nicht aktualisiert.
Es müssen 23,2 kB an Archiven heruntergeladen werden.
Nach dieser Operation werden 71,7 kB Plattenplatz zusätzlich benutzt.
Holen:1 https://mirrors.tuxedocomputers.com/ubuntu/mirror/archive.ubuntu.com/ubuntu noble/universe
amd64 opendoas amd64 6.8.2-1 [23,2 kB]
Es wurden 23,2 kB in 0 s geholt (91,0 kB/s).
Vormals nicht ausgewähltes Paket opendoas wird gewählt.
(Lese Datenbank ... 327243 Dateien und Verzeichnisse sind derzeit installiert.)
Vorbereitung zum Entpacken von .../opendoas_6.8.2-1_amd64.deb ...
Entpacken von opendoas (6.8.2-1) ...
opendoas (6.8.2-1) wird eingerichtet ...
Trigger für man-db (2.12.0-4build2) werden verarbeitet ...
ft@tuxedo-os: ~$
```

2 Doas steht in den Repositories der meisten Distro als opendoas zur Installation bereit.

```
# Eigenen Benutzeraccount eintragen:
echo "permit :$USER" | sudo tee /etc/doas.conf
# Gruppe admin als erlaubte Gruppe definieren:
echo "permit :admin" | sudo tee /etc/doas.conf
# Befehl für aktuellen Benutzer verbieten:
echo "deny :$USER apt update && apt dist-upgrade" | sudo tee /etc/doas.conf
# Einsatz ohne Passwort für aktuellen Benutzer:
echo "permit nopass :$USER" | sudo tee /etc/doas.conf
# Umgebungsvariablen erhalten:
echo "permit keepenv :$USER" | sudo tee /etc/doas.conf
# Allen Mitgliedern der Gruppe sudo für 5 Minuten authentifizierungsfrei
# Befehle auszuführen:
permit persist :sudo
```

3 Sie konfigurieren Doas im Editor Ihrer Wahl oder, wie hier, direkt im Terminal.

dateien reduziert sich schnell von mehreren Hundert Zeilen bei Sudo (in Unternehmen üblicherweise mehrere Tausend) auf oft unter 10 Zeilen bei Doas 1. Funktional genügen bei Sudo ebenfalls wenige Zeilen wie die aus Listing 1.

Um dabei zu verstehen, was das viermalige Vorkommen von ALL bedeutet, muss man tief in die Sudo-Dokumentation einsteigen. Zusammengefasst heißt es, dass der entsprechende Nutzer auf dem System alles als jeder Benutzer und in jeder Gruppe ausführen darf. Das ist die klassische Sudo-Konfiguration mit vollen Rechten.

Die Konfigurationsdatei von Doas kommt im einfachsten Fall selbst bei Systemen mit mehreren Benutzern mit einer einzigen, nahezu in Umgangssprache verfassten Zeile pro User aus, was vor Fehlbedie-

nung schützt. Bei Bedarf erstellen Sie mit Doas aber auch komplexer ausgelegte Berechtigungssysteme.

Die Konfiguration

Die aktuelle Version OpenDoas 6.8.2 findet sich in den Repositories der meisten Distributionen und lässt sich daher in aller Regel bequem per Paketmanagement installieren 2. Während Sudo unter Debian rund 6 MByte belegt, kommt Doas mit wenigen Hundert Kilo-byte aus. Der Größenunterschied ist im Alltag kaum relevant, spiegelt aber letztlich die grundlegend unterschiedliche Zielsetzung beider Werkzeuge wider.

Als Erstes sollten Sie nach der Installation überprüfen, ob Doas bei der von Ihnen verwendeten Distribution eine Konfigurationsdatei angelegt hat. Das bringen Sie mithilfe des Befehls ls /etc/doas.conf in Erfahrung. Selbst wenn Ihre Distribution eine solche Datei bereitstellt, ist sie in der Regel leer. Mit sudo nano /etc/doas.conf editieren Sie die Datei nach Ihren Bedürfnissen 3.

Zum Kennenlernen der benötigten Befehle und Keywords werfen Sie einen Blick in die Handbuchdatei man doas.conf oder die Tabelle Doas-Keywords. Mit den Keywords aus Listing 2 führt der Benutzer ft beispielsweise alles passwortfrei aus, behält das volle Environment und seinen eigenen PATH.

Auf einem Einzelplatzsystem genügt bereits eine einzelne Zeile wie permit nopass keepenv [User], um Sie künftig mit Root-Rechten auszustatten. Falls Sie ein Passwort nutzen möchten, erlaubt die Direktive permit persist keepenv :sudo allen Mitgliedern der Gruppe sudo für fünf Minuten die Verwendung des bisherigen Passworts. Wichtig: Gruppenbezeichnen müssen Sie einen Doppelpunkt voranstellen. Die dritte Zeile in Abbildung 4 erlaubt dem Nutzer, GParted als Root zu starten.

Nach erfolgreicher Konfiguration setzen Sie die Besitz- und Zugriffsrechte auf die Konfigurationsdatei so, dass nur Root die Datei lesen kann (Listing 3, erste zwei Zeilen). Bevor Sie Doas erstmals nutzen, überprüfen Sie die erstellte Konfiguration am besten noch einmal (letzte Zeile), denn im Fall einer Fehlkonfiguration sperren Sie sich schnell aus der Datei aus.

```
ft@thebeast: ~$ doas cat /etc/doas.conf
permit nopass keepenv ft
permit persist keepenv :sudo
permit keepenv ft as root cmd /usr/sbin/gparted
ft@thebeast: ~$
```

4 Die drei Codezeilen zeigen den Einsatz der Keywords nopass, persist und keepenv.

Ausnahmen

Jetzt steht Doas bereit, Sudo zu ersetzen **5**. Ein praktischer Unterschied zeigt sich beim Umgang mit Umgebungsvariablen: Während Sudo standardmäßig einen erweiterten Suchpfad für Systemprogramme setzt, arbeitet Doas hier bewusst wesentlich restriktiver.

Systemnahe Werkzeuge wie GParted, die üblicherweise unter `/usr/sbin/` liegen, werden aus diesem Grund nicht gefunden, wenn Sie beim Doas-Aufruf den Pfad nicht explizit mitgeben. Beabsichtigen Sie, mit Doas auch solche grafischen Tools als Root zu starten, sollten Sie, wie in der Manpage zu Doas emp-

Doas-Keywords	
Keyword	Funktion
<code>nopass</code>	Erlaubt das Ausführen des jeweiligen Befehls ohne Passwor-teingabe. Nutzen Sie die Direktive nur auf Einzelplatzsystemen, da sie ansonsten ein Sicherheitsrisiko darstellt.
<code>persist</code>	Nach erfolgreicher Authentifizierung mit <code>nopass</code> oder Passwort-eingabe wird für fünf Minuten kein Passwort mehr abgefragt.
<code>keepenv</code>	Behält die Umgebungsvariablen des ursprünglichen Benutzers bei (<code>EDITOR</code> , <code>SSH_AUTH_SOCK</code> , <code>DISPLAY</code> etc.). Ohne <code>keepenv</code> wird die Umgebung standardmäßig auf sichere Werte zurückgesetzt.
<code>nolog</code>	Protokolliert erfolgreiche Ausführungen nicht im System-Log (<code>sys logd</code>). Standardmäßig werden alle Doas-Aufrufe protokolliert.
<code>setenv {VAR1 VAR2}</code>	Setzt, behält oder löscht Umgebungsvariablen selektiv. <code>VAR1 VAR2</code> behält die Variablen, während <code>-VAR1</code> die Variable löscht. <code>VAR1=\$VAR1</code> übernimmt den Wert aus der aktuellen Umgebung.

Keine Zeit? KI, kurz und knapp:

Wir bewerten, was wichtig war und wird


```
ft@tuxedo-os: ~$ doas apt update
doas (ft@tuxedo-os) password:
Get:1 https://download.docker.com/linux/ubuntu noble InRelease [48.5 kB]
Get:2 https://dl.google.com/linux/chrome/deb stable InRelease [1825 B]
Get:3 https://download.docker.com/linux/ubuntu noble/stable amd64 Packages [49.4 kB]
Get:4 https://pkgs.tailscale.com/stable/ubuntu noble InRelease
Hit:5 https://deb.tuxedocomputers.com/ubuntu noble InRelease
Hit:6 https://txos-extra.tuxedocomputers.com/ubuntu noble InRelease
Ign:7 https://testdeb.tuxedocomputers.com/ubuntu main InRelease
Ign:8 https://static.tuxedocomputers.com/deb/nextcloud-desktop/4.0.4~tux1 InRelease
Hit:9 https://txos.tuxedocomputers.com/ubuntu-plasma noble InRelease
Get:10 https://dl.google.com/linux/chrome/deb stable/main amd64 Packages [1213 B]
Get:11 https://mirrors.tuxedocomputers.com/ubuntu/mirror/archive.ubuntu.com/ubuntu noble InRelease
[256 kB]
Hit:12 https://testdeb.tuxedocomputers.com/ubuntu noble-plasma-65 InRelease
Ign:13 https://static.tuxedocomputers.com/deb/nextcloud-desktop/4.0.4~tux1 Release
Hit:14 https://txos.tuxedocomputers.com/ubuntu-plasma noble-updates InRelease
Hit:15 https://testdeb.tuxedocomputers.com/ubuntu noble InRelease
Hit:16 https://static.tuxedocomputers.com/deb/nextcloud-desktop/4.0.4~tux1 Packages
Ign:17 https://testdeb.tuxedocomputers.com noble InRelease
Ign:18 https://static.tuxedocomputers.com/deb/nextcloud-desktop/4.0.4~tux1 Translation-en
```

5 Vollwertige Alternative: Doas startet die Aktualisierung der Paketquellen.

fohlen, einen absoluten Pfad wie `doas /usr/sbin/gparted` verwenden **6**. Funktioniert Doas wie gewünscht, können Sie Sudo entfernen. Um das Muskelgedächtnis zu unterstützen, ergänzen Sie in der Datei `$HOME/.bashrc` und in `/etc/bash.bashrc` den Alias `sudo='doas'`. So können Sie Ihre Befehle weiterhin mit dem gewohnten `sudo` beginnen, während intern Doas die Ausführung übernimmt.

Sie werden schnell feststellen, dass Doas von Haus aus keine Autovervollständigung von Befehlen kennt. Dem helfen Sie ab, indem Sie zunächst das Paket *bash-completion* installieren und anschließend in der `$HOME/.bashrc` und in `/etc/bash.bashrc` die Zeile `complete -F _command doas` einfügen. Damit die Änderungen greifen, führen Sie `source ~/.bashrc` aus oder starten das Terminal neu.

Fazit

Sudo und Doas erledigen dieselbe Aufgabe auf unterschiedliche Weise und in anderer Detailtiefe. Während Sudo der Standard für komplexe Szenarien bleibt, stellt Doas eine interessante Alternative für einfache Setups dar. Es reduziert die Komplexität von Sudo auf ein Minimum und folgt konsequent dem Prinzip, nur das zu implementieren, was ein Endanwender tatsächlich benötigt. Die Entscheidung für eine der beiden Anwendungen ist daher in letzter Konsequenz keine Frage von besser oder schlechter, sondern eine Abwägung zwischen Funktionsumfang und Einfachheit. (jak)

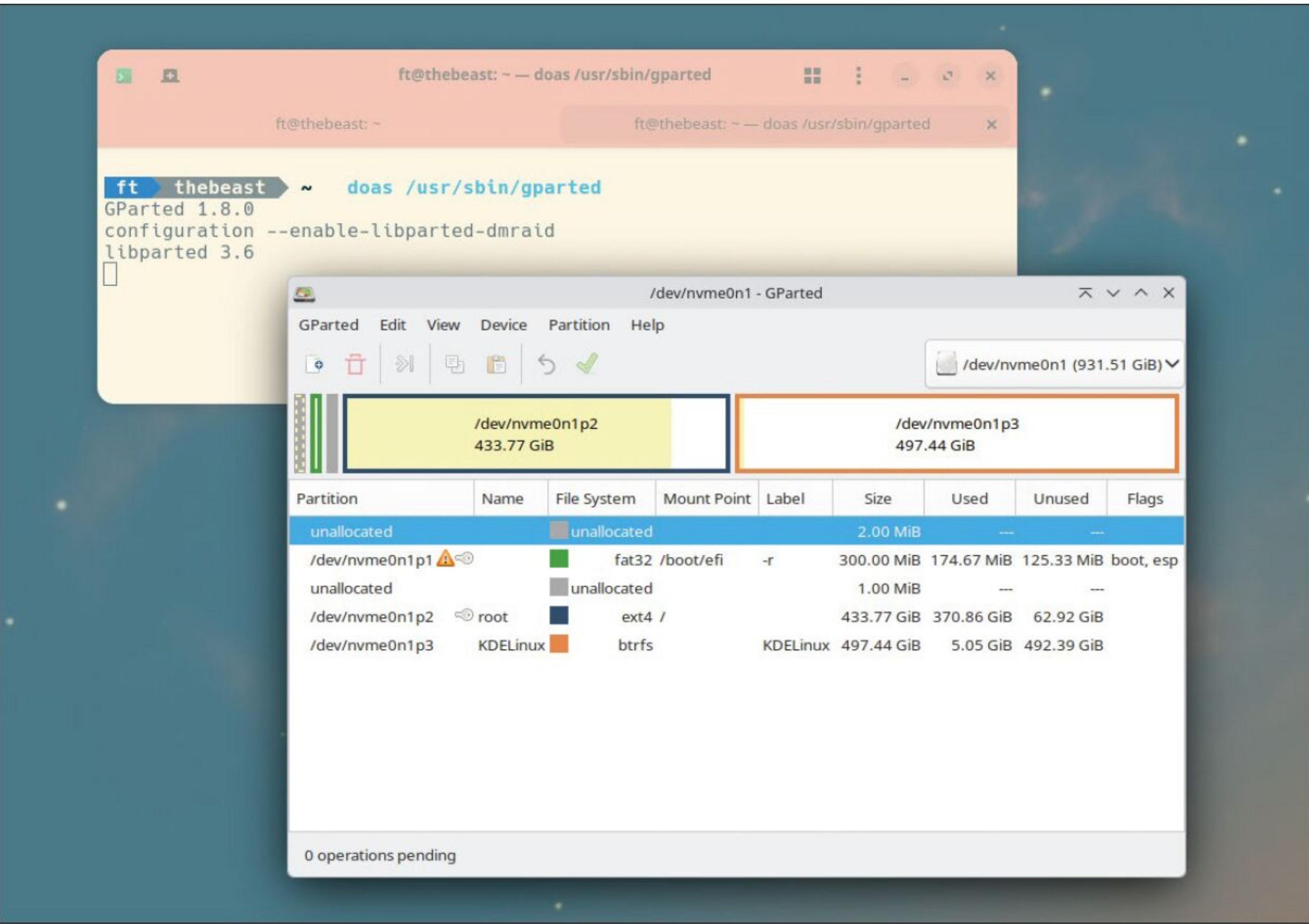
Listing 2: Doas-Beispiel

```
permit nopass keepenv setenv { PATH=$PATH } ft
```

Listing 3: Zugriffsrechte

```
$ sudo chown root:root /etc/doas.conf
$ sudo chmod 0400 /etc/doas.conf
$ sudo doas -C /etc/doas.conf
```

 Weitere Infos und interessante Links
www.linux-user.de/qr/53398

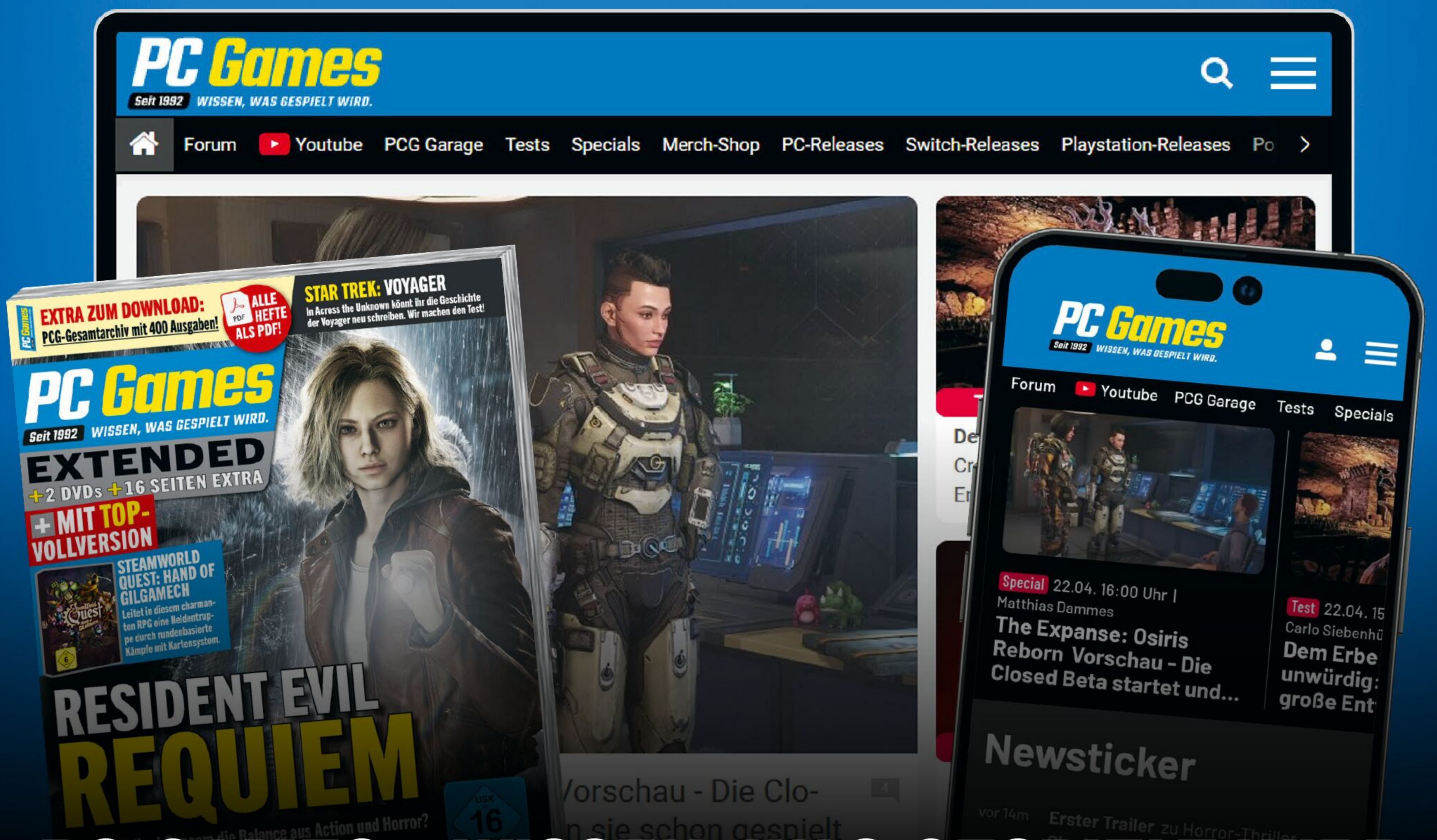


6 Zum Starten von grafischen Anwendungen wie GParted als Root verwenden Sie mit Doas den absoluten Pfad oder erstellen einen entsprechenden Befehl.

PC Games

Seit 1992 WISSEN, WAS GESPIELT WIRD.

- Aktuelle Gaming-News mit echtem Mehrwert
- Fundierte Test und Previews – von AAA bis Indie
- Klare Empfehlungen statt Hype – unabhängig und nachvollziehbar



PC GAMES – WISSEN, WAS GESPIELT WIRD



WWW.PCGAMES.DE | BEQUEM ONLINE BESTELLEN: SHOP.PCGAMES.DE



© aragami12345 / 123RF.com

Persönliche Daten in KI-Prompts unkompliziert und zuverlässig maskieren

Privater Maskenball

Wer KI-Dienste nutzt, füttert sie oft unbewusst mit persönlichen Daten. Private Prompts sorgt dafür, dass private Daten auf Ihrem Rechner bleiben. Daniel Tibi

Informationen an eine KI Ihrer Wahl senden, verlassen die Daten Ihren Einflussbereich und landen auf fremden Servern.

Um die Kontrolle über Ihre persönlichen Daten zu behalten, müssen Sie sie von Hand aus dem Text entfernen und später ebenso wieder einfügen. Wollen Sie es komfortabler haben, sind Sie mit

README

Private Prompts ist eine quelloffene Desktop-Anwendung, die sensible Informationen in Ihren KI-Prompts erkennt und maskiert. Die Software ersetzt private Daten durch Platzhalter, bevor sie an einen KI-Dienst gesendet werden, und stellt sie nach der Bearbeitung lokal wieder her.

Stellen Sie sich vor, Sie möchten sich bei einem Bewerbungsschreiben, bei einem Antrag an eine Behörde oder bei einem Kundenbrief an eine Versicherung von einer KI helfen lassen. Solche Texte enthalten üblicherweise Name, Anschrift, Telefonnummer, E-Mail-Adresse und manchmal sogar eine Bankverbindung, die Versicherungsnummer oder ähnliche persönliche Daten. Sobald Sie diese

Daten direkt an OpenAI senden

Haben Sie einen OpenAI-API-Key, erfassen Sie ihn unter *Systemeinstellungen*, um Prompts mit maskierten Daten nicht von Hand kopieren und einfügen zu müssen, sondern direkt an OpenAI zu übermitteln. In diesem Fall ist die KI-Nutzung allerdings in der Regel kostenpflichtig.

dem Programm Private Prompts  von Frank Börncke gut beraten. Die Software liegt zurzeit in der Beta-Version 0.0.5 vom 19.03.2025 vor. Laden Sie die Anwendung über die Projektseite oder von Github  herunter. Das Programm steht als Appimage bereit und erfordert keine Installation. Nach dem Herunterladen machen Sie die Datei mit dem Shell-Befehl aus der ersten Zeile von Listing 1 ausführbar.

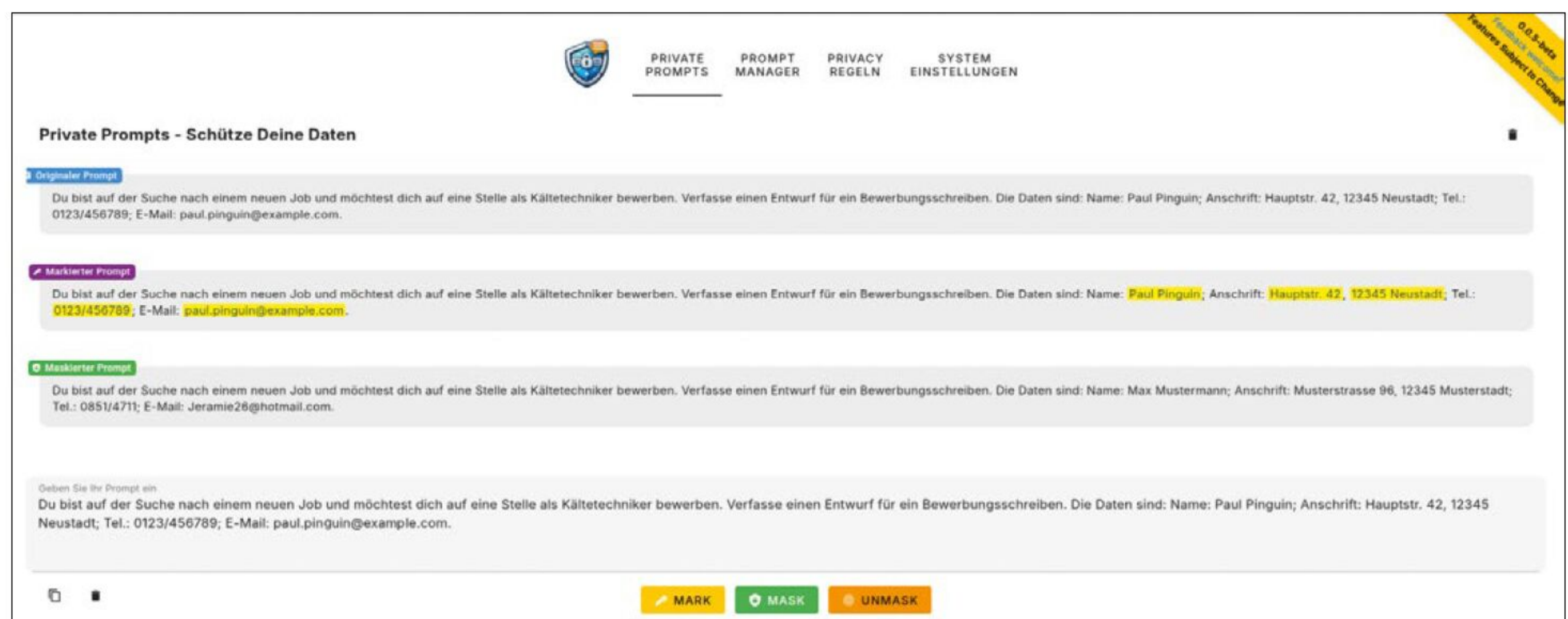
Anschließend starten Sie die Software mit einem Doppelklick im Dateimanager. Alternativ sollte das mit dem Shell-Befehl aus der zweiten Zeile des Listings funktionieren. In unserem Test klappte das allerdings nicht: Das Programm ließ sich nur mit dem Befehl aus der letzten Zeile zum Laufen bringen. Dabei handelt es sich jedoch um eine weniger sichere Aufrufvariante, denn die dabei verwendete Option `--no-sandbox` deaktiviert den Schutzkäfig um die Anwendung.

Maske auf!

Das Prinzip hinter Private Prompts ist simpel: Enthält ein Prompt, den Sie an eine KI senden wollen, private Daten, geben Sie den Prompt zuerst in Private Prompts ein. Das Programm ersetzt

sensible Daten durch Platzhalter **1**. Den Text mit den maskierten persönlichen Daten nutzen Sie für Ihre Anfrage. Die Antwort der KI geben Sie in Private Prompts ein, das die generischen Angaben wieder durch die echten ersetzt. Dadurch verlassen Ihre persönlichen Daten den lokalen PC nicht.

Angenommen, Sie möchten wie in Abbildung **1** eine KI nutzen, um einen Entwurf für ein Bewerbungsschreiben zu verfassen. Dadurch würden Sie der KI Ihren Namen, Ihre Anschrift, Ihre Telefon-



1 Dank Private Prompts verlassen Ihre privaten Daten beim Chatbot-Einsatz den lokalen Rechner nicht.

Listing 1: Installation und Start

```
$ chmod u+x PrivatePrompts-0.0.5-beta.Appimage
$ ./PrivatePrompts-0.0.5-beta.Appimage
$ ./PrivatePrompts-0.0.5-beta.Appimage --no-sandbox
```

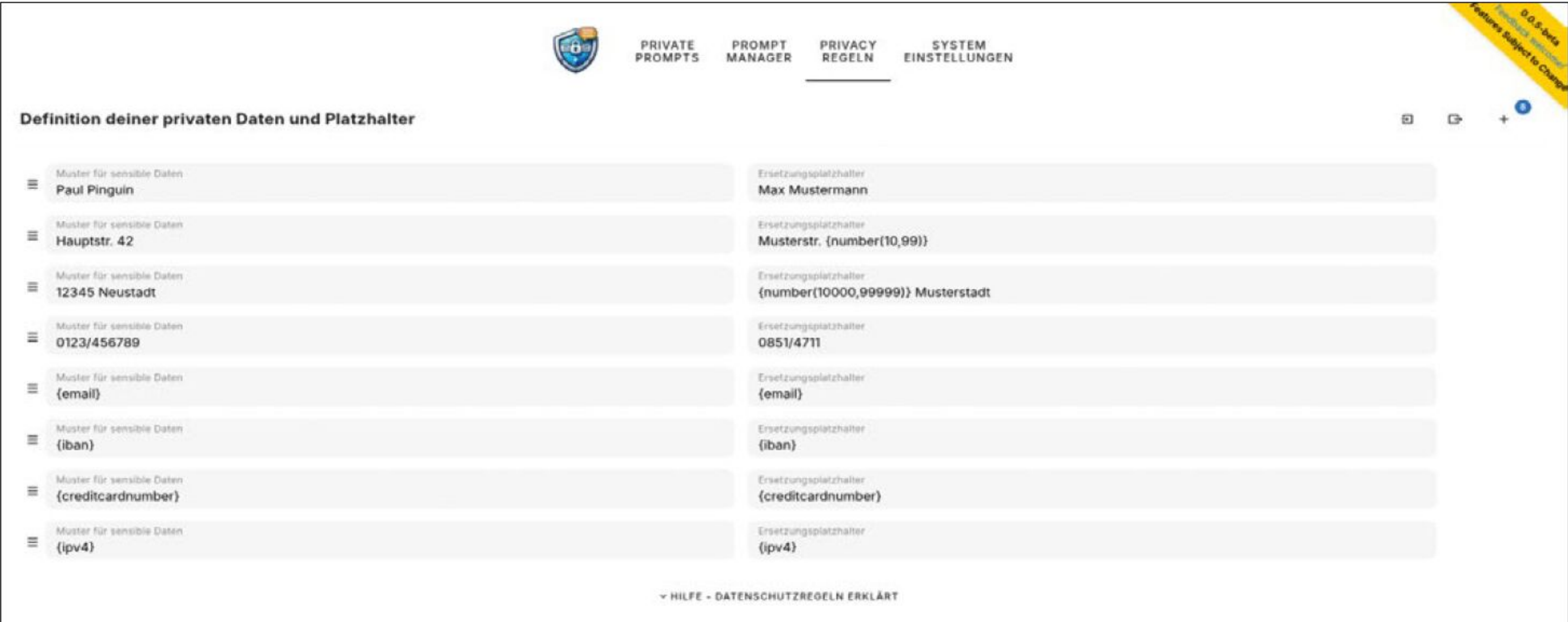
COMMUNITY-EDITION



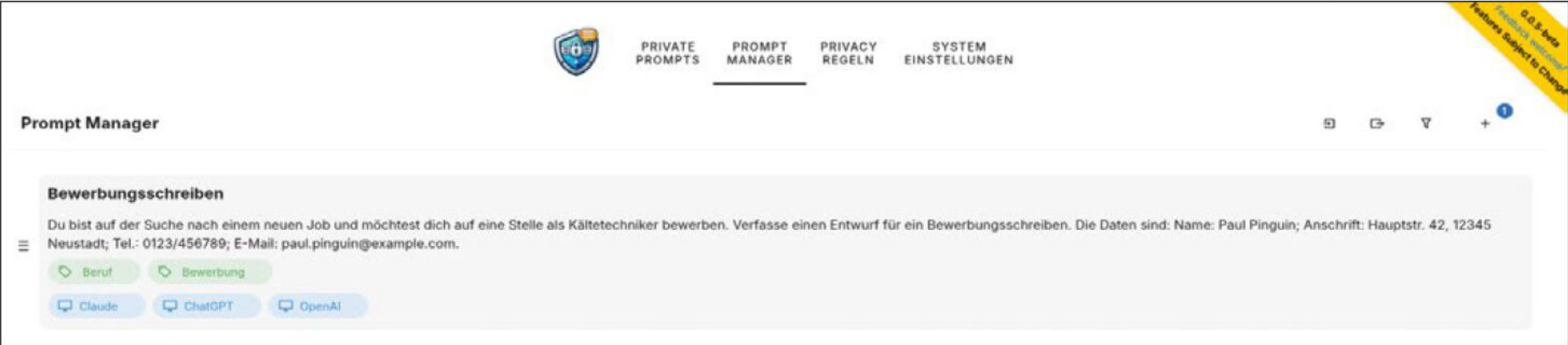
Jeden Monat 30 Seiten als kostenloses PDF!

CC-Lizenz:
Frei kopieren und weiter verteilen!

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



2 In einem eigenen Dialog entscheiden Sie, welche privaten Daten die Software wie maskieren soll.



3 Prompts, die Sie häufiger verwenden, speichern Sie über den Reiter *Prompt Manager* als Vorlage ab.

Zeilen darunter, die Straße und Ort enthalten, sind Hausnummer und Postleitzahl in der Ersetzung nicht direkt angegeben, sondern in Form eines Zahlenbereichs. Auch reguläre Ausdrücke dürfen hier zum Einsatz kommen. Andere Daten wie E-Mail-Adressen, IBANs, Kreditkartennummern und IP-Adressen erkennt das Programm an ihrer Struktur. Näheres zur Erkennung von Mustern erfahren Sie unter *Hilfe – Datenschutzregeln erklärt* am unteren Bildschirmrand.

Sobald die KI ihre Arbeit erledigt hat, kopieren Sie die Ausgabe in das Eingabefeld von Private Prompts. Mit einem Klick auf *Unmask* verwandeln sich die Platzhalter wieder in Ihre richtigen Daten.

nummer und Ihre E-Mail-Adresse preisgeben. Um diese Daten zu maskieren, kopieren Sie die KI-Anfrage zunächst in das Eingabefeld von Private Prompts und klicken dann auf *Mark*. Das Programm erkennt und markiert nun Ihre persönlichen Daten. Sind alle privaten Informationen erkannt, klicken Sie auf *Mask*, um sie durch erfundene, aber realistisch anmutende Platzhalter zu ersetzen. Nutzen Sie diesen Prompt mit den maskierten Daten für Ihre Eingabe in der KI.

Maskenparade

Woher weiß das Programm aber, welche Daten es maskieren soll? Die Antwort erhalten Sie nach einem Klick auf den Reiter *Privacy-Regeln* 2. In der linken Spalte listen Sie die zu maskierenden Daten auf, rechts finden die Ersetzungen ihren Platz. Über einen Klick auf das Pluszeichen fügen Sie ein neues Ersetzungspaar hinzu.

Die Angaben aus der ersten Zeile in Abbildung 2 legen fest, dass Private Prompts jedes Vorkommen des Namens *Paul Pinguin* durch *Max Mustermann* ersetzt. Sie können dem Programm aber auch mehr Freiheit lassen: In den beiden

Maskenlager

Verwenden Sie bestimmte Prompts häufiger, dann speichern Sie sie am besten im Reiter *Prompt Manager* als Vorlage 3. Mit einem Klick auf das Pluszeichen fügen Sie eine neue Vorlage ein. Neben dem Text des Prompts erfassen Sie Schlagwörter sowie die KIs, mit denen Sie den Prompt ausprobiert haben. Die Ersetzungstabelle und die Prompt-Vorlagen legt das Programm im Ordner `~/.config/Private Prompts/` in der Datei `config.json` ab.

Fazit

Private Prompts ist ein nützliches Werkzeug für alle, die künstliche Intelligenz nutzen und dabei dennoch ihre Privatsphäre wahren möchten. Persönliche Daten automatisch maskieren zu lassen, funktioniert schneller und einfacher, als sie von Hand zu ersetzen. Zurzeit befindet sich Private Prompts noch in der Beta-Phase und birgt das Potenzial, in kommenden Versionen deutlich zuzulegen. Es lohnt sich also, die weitere Entwicklung im Blick zu behalten. (jak)

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53687





Weitere Infos und
interessante Links
www.linux-user.de/qr/53687

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



© atosan / 123RF.com

Webbasierte Systemadministration unter OpenSuse Leap 16.0

Blick in das Cockpit

Leap 16 mustert den sperrigen, aber leistungsfähigen Installer YaST aus und ersetzt ihn durch das Webfrontend Cockpit. Wir zeigen, was Admin-Piloten erwartet. Peter Kreußel

README

Dass eine neue Leap-Major-Version wie die 16.0 einige Grundpfeiler verrückt, überrascht nicht. Dass Suse YaST durch Cockpit ersetzt, erstaunt dann aber doch. Dieser Artikel zeigt, wie Sie in der Post-YaST-Ära Ihr System administrieren, Software installieren und Drucker einrichten.

Der neue Installer von Leap 16.0 kommt bei Optik und Bedienung dem bei Ein- und Umsteigern geschätzten Ubuntu-Pendant näher. Ein manuelles Partitionieren sowie die Nutzung bestehender Partitionen ist möglich, die Optionen dafür verstecken sich allerdings im Ausklappenmenü *Speicherplatz ausfindig machen* ¹. Fortgeschrittene Linux-Funktionen wie die Konfiguration eines RAID-fehlen bei der Installation jedoch.

Wer es gewohnt ist, sein System aktiv zu administrieren, stellt bei Leap 16 fest, dass die Suche nach YaST im Startmenü ins Leere läuft. Als Ersatz präsentieren die Leap-Entwickler das webbasierte Cockpit ². Auch wenn es auf den ersten Blick nicht auffällt, läuft unter Leap 16 KDE 6 statt 5. Das alte X-Window-System gilt als

ausrangiert, nach der Installation steht nur noch eine Wayland-Sitzung zur Wahl. Eine X.org-Session für KDE lässt sich unter OpenSuse allerdings nachinstallieren.

Der Wechsel vom Soundsystem Pulseaudio zum rückwärtskompatiblen PipeWire ist für den Nutzer zunächst gleichfalls nicht zu erkennen. Steckt eine Nvidia-Grafikkarte im Rechner, braucht man außerdem unter Leap 16 keine zusätzlichen Repositories mehr einzubinden und Pakete händisch einzuspielen.

Viele Anwender bedauernd den Wegfall von YaST. Allerdings waren mittlerweile nicht nur viele Module des Systemadministrationswerkzeugs veraltet. Auch die technische Basis war so sehr in die Jahre gekommen, dass sich niemand mehr fand, der sie pflegen und ihren

Funktionsumfang den gegenwärtigen Anforderungen anpassen wollte. So steht YaST zwar im Moment noch zur Installation zur Verfügung, doch das ist nicht in Stein gemeißelt und kann sich bei Upgrades der technischen Basis jederzeit ohne Vorankündigung ändern.

OpenSuse setzt also auf das von Fedora stammende Konfigurations-Webfrontend Cockpit **2**. Der erst seit März verfügbare Cockpit-Desktop-Client (Paket *cockpit-client-launcher*) erleichtert YaST-Anwendern den Umstieg, sollten die weiterhin ein lokal ausführbares Programm statt eines Webfrontends wünschen.

Konfliktpotenzial

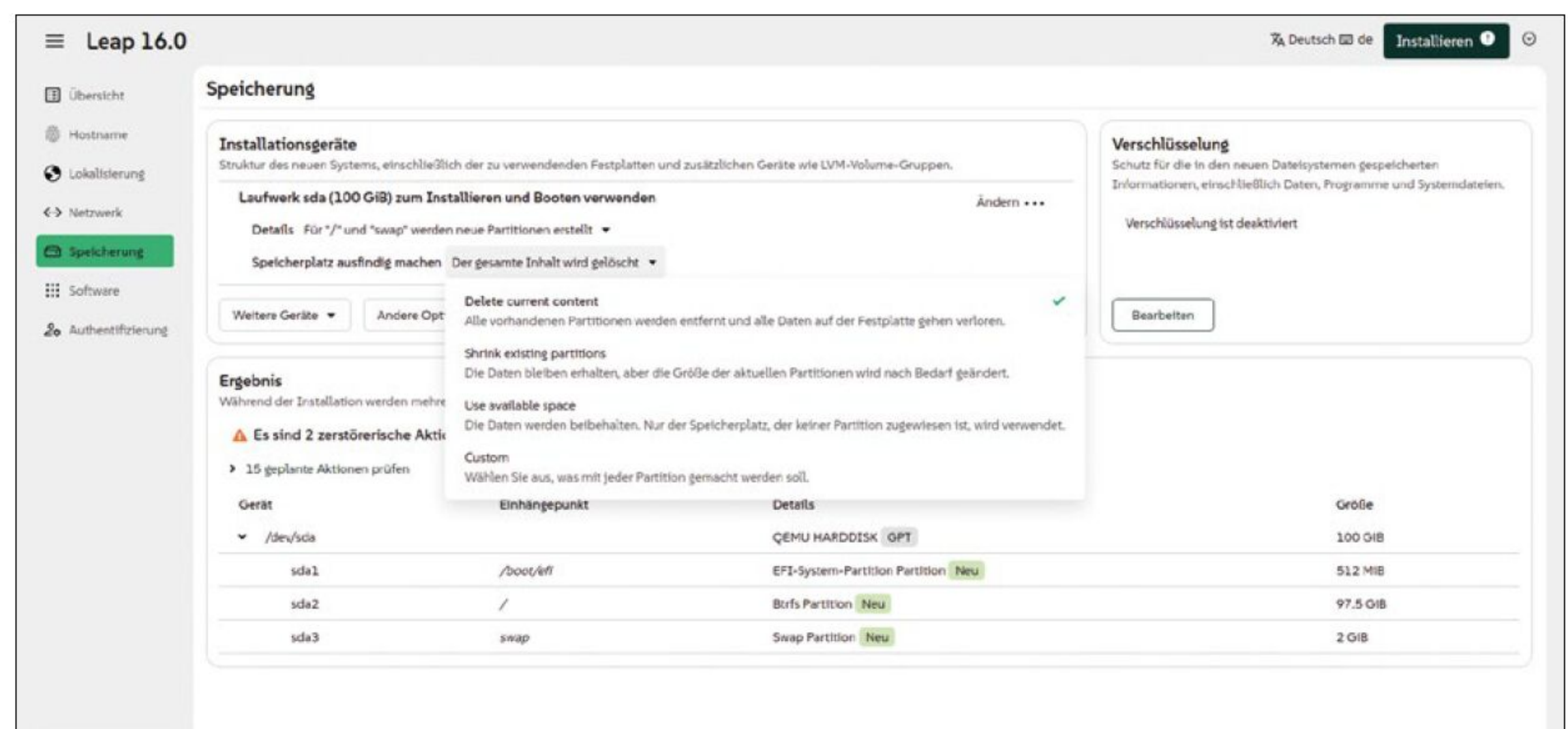
Seltsamerweise ist Cockpit in Leap nicht vorinstalliert. Am einfachsten richten Sie es per Pattern in der konsolenbasierten Paketverwaltung mit `sudo zypper in -t pattern cockpit` ein. Die neue grafische Paketverwaltung Myrlyn erbt den Funktionsumfang des früheren YaST-Moduls *Software*, inklusive des Umgangs mit Patterns oder deutsch Schemata.

Bei der Installation von Cockpit meldet die Paketverwaltung zu allem Überflus einen Konflikt – das überrascht beim designierten Nachfolger einer so zentralen Komponente wie YaST. Leap sollte Cockpit vorinstalliert ausliefern, statt die Installation durch einen Paketkonflikt erschweren. Der ist bei genauerer Prüfung aber harmlos: Cockpit gestattet, ebenso wie das in Konflikt stehende *busybox-hostname*, das Verändern des Hostnames im Netzwerk. Der Konflikt lässt sich kurzentschlossen mit *Lösung 1: Deinstallation von busybox-hostname* auflösen.

Steuerzentrale

Wer Cockpit aufruft, egal ob im Browser oder Desktop-Client, der findet Entsprechungen für die meisten für Heimanwender relevanten YaST-Module. Als erster Punkt im Menü links ist ein Protokoll-Browser zu finden, der die wichtigsten Filterfunktionen der Systemd-Log-Komponente Journalctl unterstützt und seine Anzeige live aktualisiert.

Die zweideutig benannte Rubrik *Speicher* zeigt die gegenwärtige Last des I/O-Systems an, listet alle bestehenden Laufwerke sowie Partitionen auf und fasst

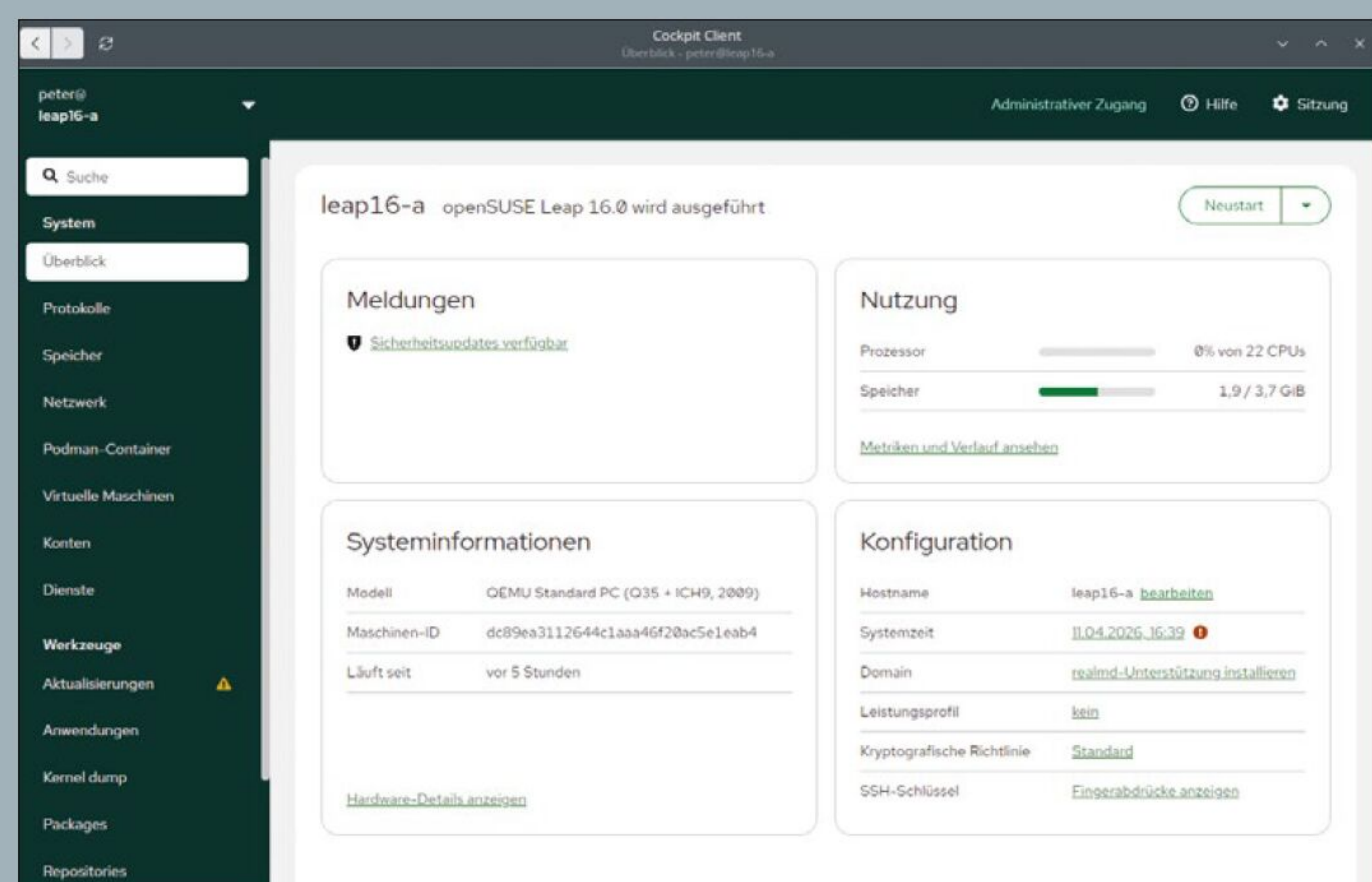


1 Standardmäßig will der Installer Die ganze Festplatte löschen/Delete current content. Die Option Custom im Menü Speicherplatz ausfindig machen öffnet den Partitionseditor.

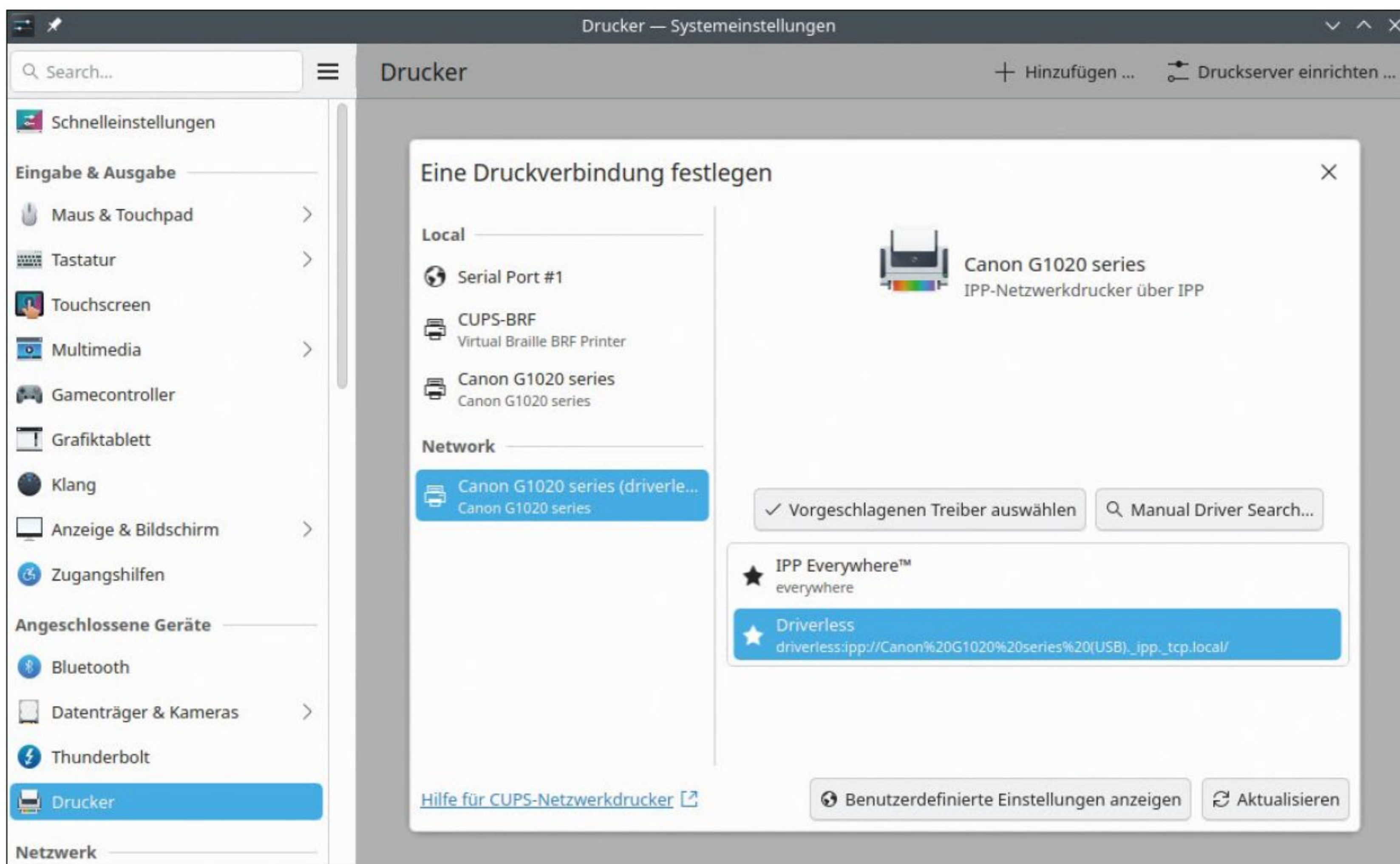
sämtliche das I/O-System betreffenden Meldungen zusammen. Die Hamburger-Icons am Ende der Zeile jedes Eintrags in der Liste der Geräte und Partitionen umfasst je nach Typ Operationen wie *Partitionstabelle erstellen* oder *Formatieren*.

Auch RAIDs oder LVM-Verbünde lassen sich anlegen. Btrfs-spezifische Operationen wie das Erstellen von Snapshots oder Subvolumes zählen ebenfalls zum Angebot. Cockpit liefert damit die wichtigsten im Zusammenhang mit Festplatten und SSDs gefragten Funktionen. Entsprechend gilt es, sich zu überlegen, ob man Cockpit nur durch ein Passwort geschützt im Netzwerk freigeben möchte. Im Auslieferungszustand von Leap steht

MTU: Maximum Transmission Unit. Die maximale Paketgröße einer OSI-Layer-3-Nutzlast, die ohne Fragmentierung in einen Layer-2-Frame passt. Bei Ethernet sind das 1500 oder 9000 (GbE mit Jumbo-Frames) Byte.



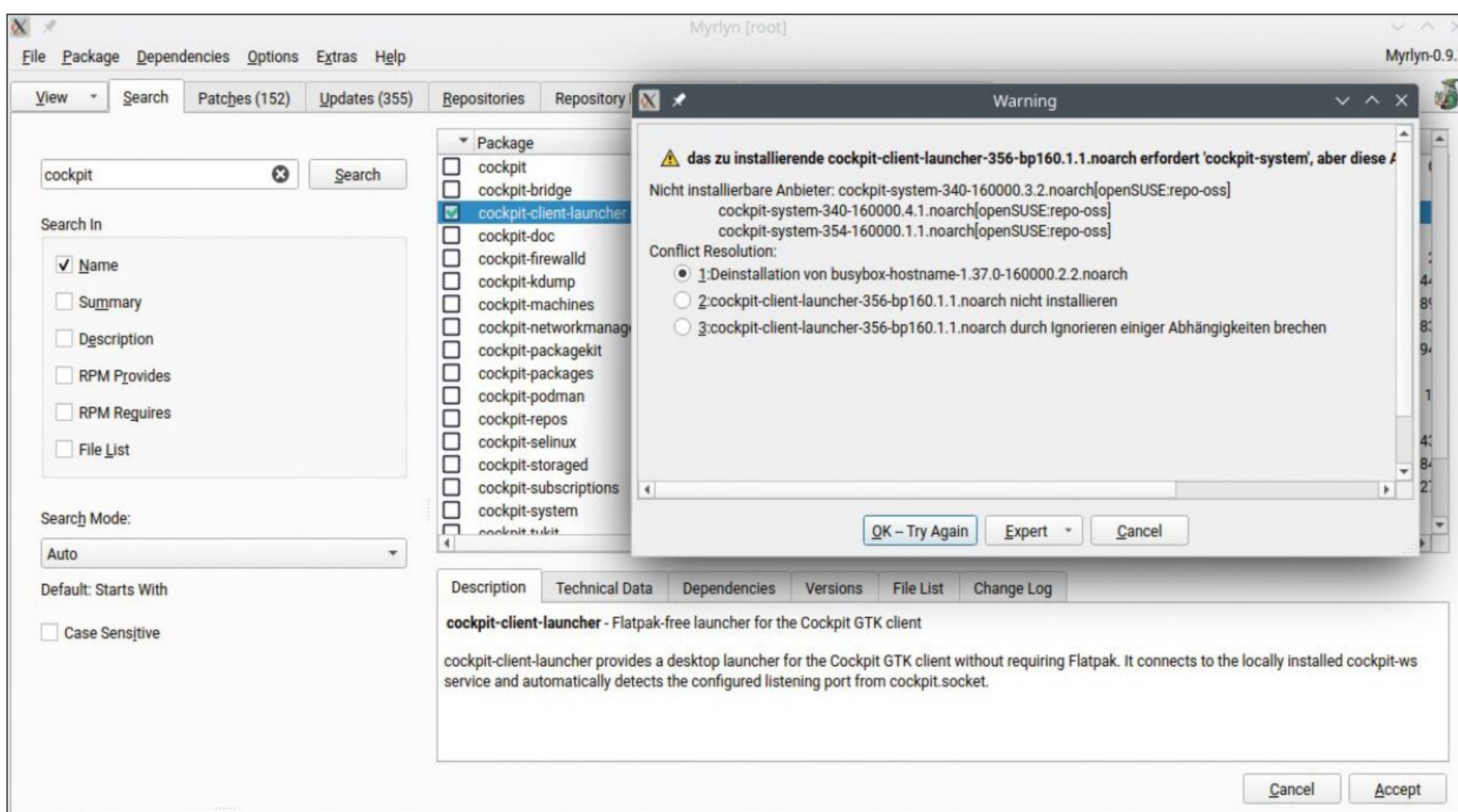
2 Die neue Anwendung Cockpit Client bettet das Webfrontend der Systemverwaltungssoftware Cockpit in eine Desktop-Anwendung ein.



3 Für den treiberlosen Betrieb geeignete Drucker sind seit etwa zehn Jahren zum Glück recht verbreitet und machen modellspezifische Druckertreiber überflüssig.

der zugehörige Port 9090 nach Installation von Cockpit jedenfalls offen.

Was fehlt, ist die Unterstützung der in Btrfs integrierten RAID-Funktionalität, im Gegensatz zum DMRAID genannten Kernel-basierten Plattenverbund. Zum Glück gelingt es auf der Kommandozeile leicht, eine einzelne Btrfs-Partition zu einem RAID zu erweitern.



4 Die grafische Paketverwaltung Myrlyn stammt vom YaST-Modul *Software* ab und ist damit weitgehend, wie hier bei der Auflösung eines Paketkonflikts, identisch.

Listing 1: RAID erzeugen

```
# btrfs device add /dev/sdb1 /
# btrfs balance start -mconvert=raid1 -dconvert=raid1 /
```

Haben Sie beispielsweise OpenSuse in eine gewöhnliche Btrfs-Partition installiert, wie der Installer es vorschlägt, dann fügen Sie dem Root-Volume mit dem Kommando aus der ersten Zeile von [Listing 1](#) eine zweite Partition hinzu. Sofern /dev/sdb1 dieselbe Größe hat wie die bisherige Root-Partition /dev/sda2, baut der Befehl aus Zeile 2 die beiden Partitionen im laufenden Betrieb ohne Datenverlust zu einem redundanten RAID 1 um. Da Btrfs alle Daten per Checksumme prüft, kann es anders als das alte Kernel-Software-RAID Fehler automatisch korrigieren, die nur auf einer der beiden RAID1-Partitionen auftreten.

In der Rubrik *Netzwerk* überwacht Cockpit den Netzwerk-Durchsatz und zeigt zugehörige Systemmeldungen an. Die Firewall lässt sich hier ein- und ausschalten sowie ihre Regeln und Zonen bearbeiten. Wie früher im YaST-Modul *Firewall* genügt es, den Namen eines Diensts zu kennen, um seinen Port an einer Netzwerkschnittstelle freizuschalten. Die Portnummer müssen Sie nur bei exotischen Diensten angeben, oder wenn sie vom Standardwert abweicht.

Cockpit aktiviert und deaktiviert Netzwerkschnittstellen, weist ihnen feste IPv4/IPv6-Adressen zu oder passt den **MTU**-Wert an, falls Netzwerkprobleme das erfordern. Außerdem legt das Tool Wireguard-VPN-Zugänge, Netzwerk-Bridges, Bondings und VLAN-Segmentierungen an. Die Leistungsfähigkeit übersteigt also die des alten YaST-Moduls deutlich. Einzige Ausnahme ist die Auswahl eines bestimmten Kernel-Moduls für eine Netzwerkkarte, die heute nur noch selten erforderlich ist.

Außerdem verwaltet Cockpit Container inklusive der praktischen Distroboxen sowie virtuelle Maschinen und deren Speicherpools und Netzwerke. Beim Anlegen neuer VMs lädt es die Installationsabbilder bekannter Distributionen ohne zusätzlichen Arbeitsschritt herunter. Der etwas unhandliche Virt-manager bietet deutlich mehr Konfigurationsmöglichkeiten, die allerdings eher selten zum Einsatz kommen. Vielen Anwendern dürfte der Funktionsumfang von Cockpit für die Verwaltung ihrer virtuellen Maschinen genügen.

Das Administrationswerkzeug kümmert sich daneben um Benutzer und

Benutzergruppen sowie Systemdienste. Letztere stoppt und startet Cockpit oder konfiguriert sie zum Start beim Booten. Wie schon in anderen Rubriken zeigt es die zu jedem Dienst gehörigen Protokollmeldungen. Unter OpenSuse installiert oder deinstalliert Cockpit Software aus den eingebundenen Repositories, zeigt Aktualisierungen an und installiert sie.

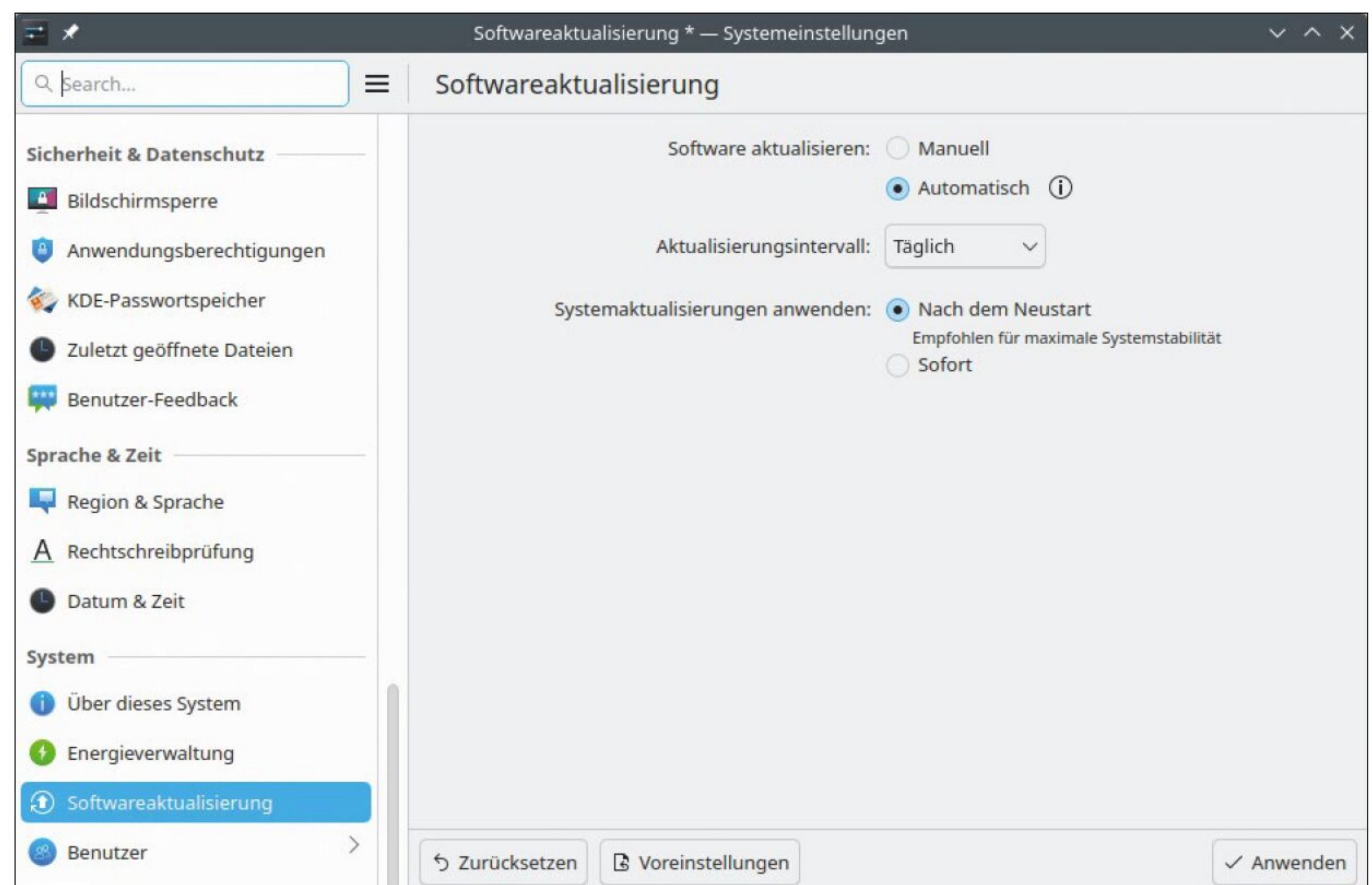
Gemäß dem Ansatz, Verwaltungsfunktionen und Log-Viewer zu kombinieren, lässt sich herausfinden, welche Pakete frühere Updates ins Spiel gebracht haben – das ist eine wichtige Informationsquelle, wenn nach einer Aktualisierung Regressionen auftreten.

Vollwertiger Ersatz

Fortgeschrittene Funktionen zur Serveradministration wie das Einrichten eines Mailservers, das Initiieren eines iSCSI-Laufwerks sowie Module zum Einrichten eines Scanners oder Druckers fehlen. Letztere dürften Heimanwender in den letzten Jahren ohnehin kaum angefasst haben. Für die Verwaltung des Druckdiensts Cups bringen die Desktop-Umgebungen längst zeitgemäßere GUIs mit. Unter der URL localhost:631 ist zudem das Webfrontend von Cups erreichbar.

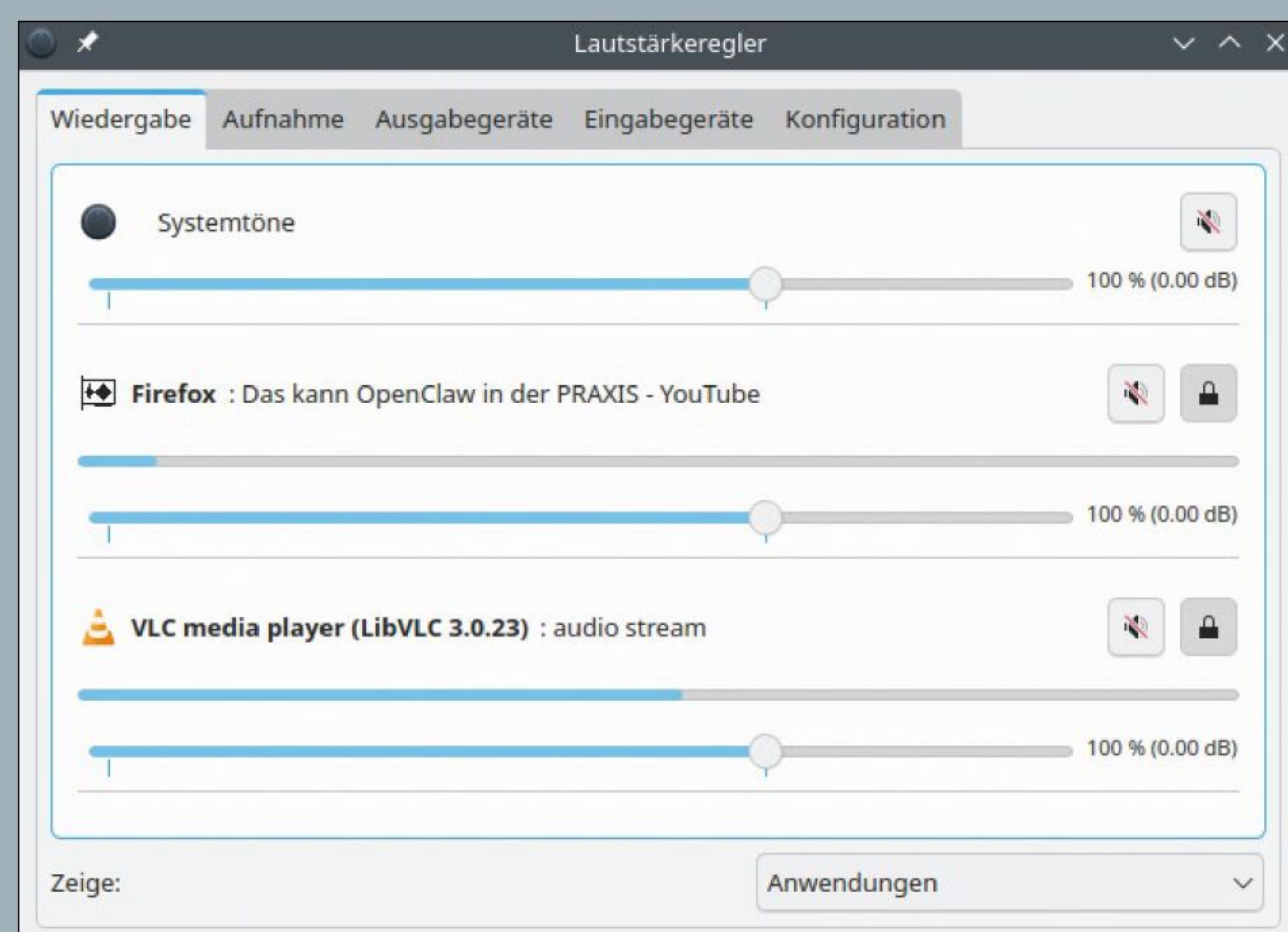
Wenn Cups den Drucker nativ unterstützt, genügt es, nach dem Anschließen per USB das Modul *Drucker* der KDE-Systemeinstellungen zu öffnen. Es schlägt automatisch den richtigen Treiber vor. Das funktioniert zwar nicht für alle Druckermodelle, doch viele Drucker der letzten zehn Jahre unterstützten sogenanntes treiberloses Drucken ohne modellspezifischen Treiber.

Damit dieses eigentlich für das Drucken im Netzwerk vorgesehene Verfahren unter OpenSuse lokal funktioniert, müssen Sie das Paket *ipp-usb* installieren. Das Modul *Drucker* der Systemeinstellungen listet dann den lokal per USB an den Rechner angeschlossenen Drucker unter *Network* und bietet dabei die Option *Driverless* an. Abbildung 3 zeigt das am Beispiel eines Canon G1020. Nach Übernahme der gleichnamigen Option mit *Vorgeschlagenen Treiber auswählen* ist das Gerät einsatzbereit. Eine Installieren des von Canon zwar für Linux angebotenen, doch stiefmütterlich behandelten Druckertreibers entfällt.

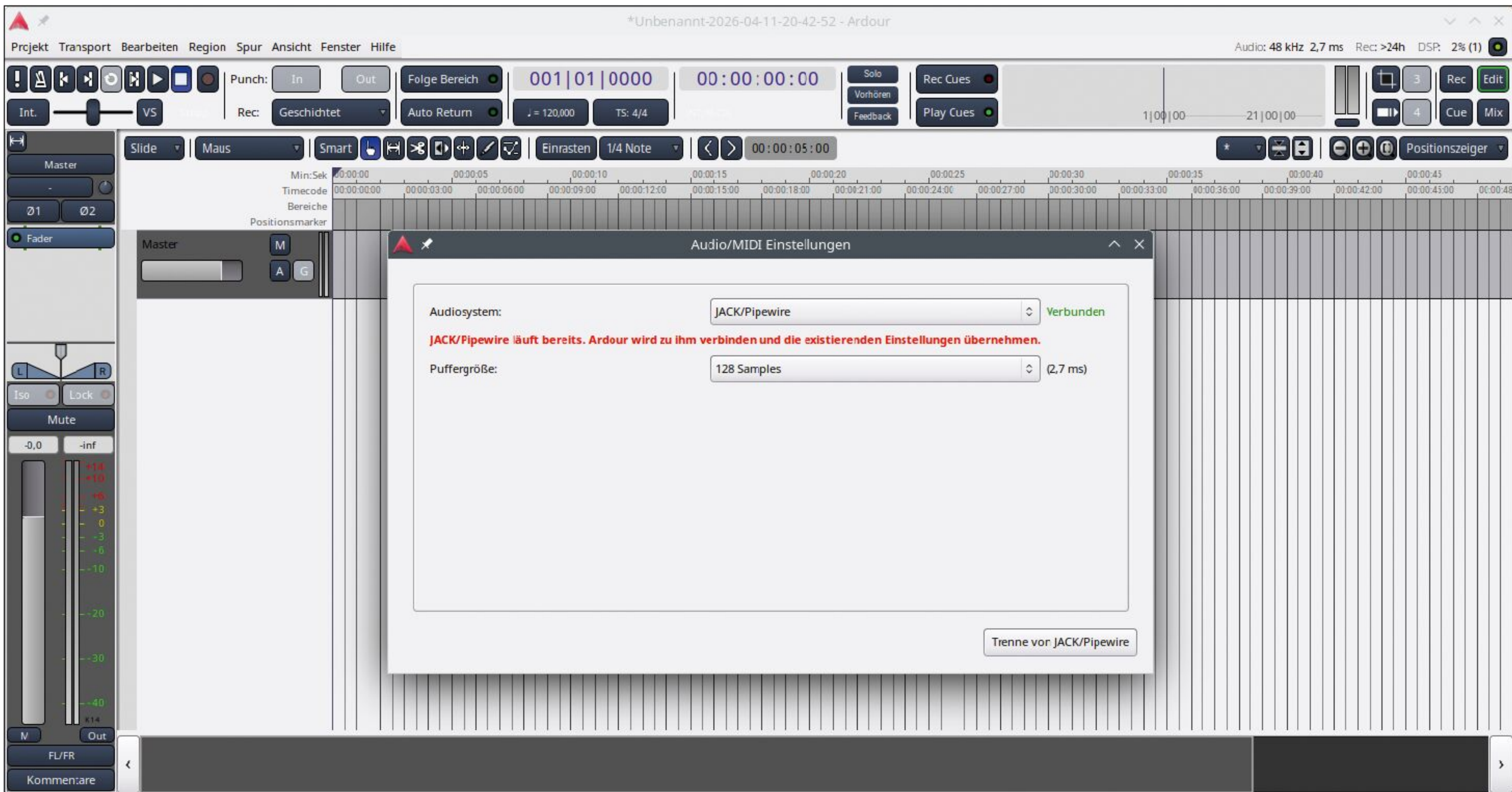


5 KDE bietet an, Aktualisierungen automatisch einzuspielen. OpenSuse-Leap-Anwender können dies dank der Snapper-System-Snapshots gefahrlos annehmen.

Unter Linux Mint erscheinen mit treiberlosem Drucken kompatible, per USB an den Rechner angeschlossene Drucker sogar ohne Zutun des Nutzers im Drucksystem. Wünschen Sie sich dieses Verhalten, aktivieren Sie den entsprechenden Cups-Dienst via `sudo systemctl enable cups-browsed --now`. Die automatische Erkennung von WLAN-fähigen Druckern setzt zusätzlich die Aktivierung des Diensts Avahi-dnsmconfd voraus.



6 Der alte Pulseaudio-Mixer Pavucontrol, hier in der Qt-Version für eine KDE-Umgebung, funktioniert auch unter Pipewire noch, ebenso die Lautstärkeregler der Desktop-Umgebungen.



7 Programme wie die Audio-Workstation Ardour, die den Low-Latency-Soundserver Jack benutzen, sind unter Leap nicht mehr auf einen manuellen Start des Soundservers angewiesen.

Bei der Druckerverwaltung hat sich zwischen Leap 15.6 und 16 also nichts Grundlegendes verändert. Leider, will man anmerken, denn Cups plant, in Zukunft nur noch das treiberlose Drucken anzubieten. Dass damit der Support für etliche im Moment funktionierende Drucker wegfällt, ist eine Sache. Eine andere ist, dass treiberloses Drucken es vielen OpenSuse-Anwendern erspart, generische RPM-Pakete auf ihrem System zum Laufen bringen zu müssen. Da OpenSuse das dafür nötige Paket nicht vorinstalliert und Hinweise darauf im Internet seltsamerweise schwer zu finden sind, bleibt es vielen Nutzern künftig verborgen, wie reibungslos die Druckerunterstützung unter Linux funktionieren kann.

Listing 2: jack.conf

```
context.modules = [
    # Uses RTKit to boost the data
    # thread priority.
    { name = libpipewire-module-rtkit
      args = {
        nice.level    = -11
        rt.prio       = 88
        rt.time.soft  = -1
        rt.time.hard  = -1
      }
      flags = [ ifexists nofail ]
    }
]
```

Paketsdienst

Cockpit ist mit seiner Bündelung von informativen und administrativen Funktionen zu vielen Themenbereichen ein würdiger Ersatz für die wichtigsten YaST-Module. Eine Ausnahme macht die Softwareverwaltung, die rudimentär ausfällt. Ein früherer YaST-Entwickler hat aber bereits dafür gesorgt, dass sich hier in der Post-YaST-Periode keine Lücke auftut: Stefan Hundhammer löste das Modul *Software* aus YaST heraus. Die so entstandene neue Anwendung heißt Myrlyn und besitzt inzwischen alle Funktionen ihres Vorgängers **4**.

Bei der Druckerverwaltung hat sich zwischen Leap 15.6 und 16 also nichts Grundlegendes verändert. Leider, will man anmerken, denn Cups plant, in Zukunft nur noch das treiberlose Drucken anzubieten. Dass damit der Support für etliche im Moment funktionierende Drucker wegfällt, ist eine Sache. Eine andere ist, dass treiberloses Drucken es vielen OpenSuse-Anwendern erspart, generische RPM-Pakete auf ihrem System zum Laufen bringen zu müssen. Da OpenSuse das dafür nötige Paket nicht vorinstalliert und Hinweise darauf im Internet seltsamerweise schwer zu finden sind, bleibt es vielen Nutzern künftig verborgen, wie reibungslos die Druckerunterstützung unter Linux funktionieren kann.

Myrlyn verwaltet zudem Paket-Repositories. Das für OpenSuse unverzichtbare Community-Repo Packman, gefüllt mit den nicht aus lizenzrechtlicher Vorsicht beschnittenen Multimedia-Codecs, binden Sie wie früher mit einem Mausklick ein. Für das Einspielen von Aktualisierungen verlässt sich Leap 16 wie sein Vorgänger auf die Applets der Desktop-Umgebung. KDE 6 bringt für Anwender hier keine Veränderungen.

Die Updates bestehen unter Leap größtenteils aus Sicherheitsaktualisierungen. Da Snapper nach wie vor die Möglichkeit bietet, jede Paketoperation notfalls zurückzudrehen, können Sie beruhigt die Option *Automatisch* im Punkt *Softwareaktualisierung* der KDE-Systemeinstellungen wählen **5**.

Klangvoll

Statt in jede Audioanwendung eigene Konfigurationsdialoge für Geräte wie Mikrofone und Lautsprecher einzubauen, ist es effektiver, das Handling in einen

Die Anordnung der Unterfenster im Hauptfenster gerät im Vergleich zum YaST-Modul sogar übersichtlicher. Der Fortschritt größerer Downloads und Installationsvorgänge lässt sich so einfacher überblicken. Nach wie vor spielt die Software ihre Stärke beim Aufzeigen und Auflösen von Abhängigkeitsproblemen aus.

Solche Probleme sollten zwar bei der Installation unterstützter Pakete aus den offiziellen Repositories nie auftreten. Doch OpenSuse wäre nicht OpenSuse ohne den Build Service [mit](#) experimentellen Paketen. Bei sol-

Soundserver auszulagern. Der erledigt dann das Routing, etwa ein Umschalten zwischen Lautsprecher und Kopfhörer, oder eine anwendungsspezifische Lautstärkeregelung. Mehr als ein Jahrzehnt lang galt dafür Pulseaudio als unangefochtener Platzhirsch. Seit 2021 erobert zunehmend das modernere und leistungsfähigere Pipewire das Audio-Revier.

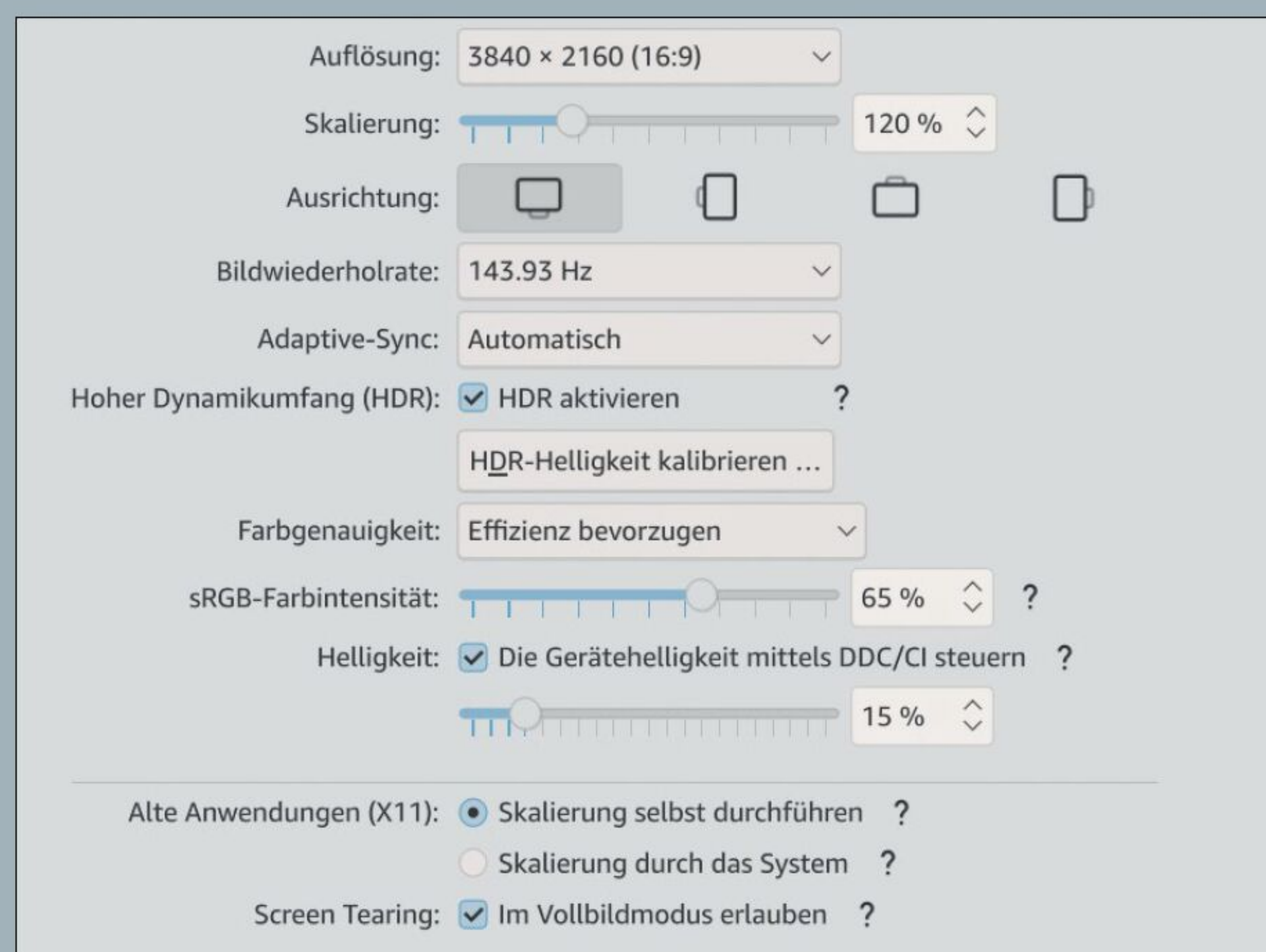
Die wesentlichste Neuerung für den Bereich Sound besteht darin, dass Pipewire nun sowohl das Pulseaudio-Protokoll als auch das Jack-Protokoll für geringe Latenz umsetzt. Für Alltagsanwendungen wie ein Musikwiedergabeprogramm spielt es keine Rolle, wenn nach dem Start der Wiedergabe eine Viertelsekunde vergeht, bis der erste Ton erklingt. Bei der Musikproduktion stören dagegen schon sehr viel geringere Verzögerungen. Endlich sind beide Anforderungsprofile – Pulseaudio für mäßige Systemlast und Jack für minimale Latenz – ohne Start eines zusätzlichen Soundservers vereint. Zusätzlich dehnt Pipewire das Routing auf Videoaufnahmegeräte aus.

Der Umstieg von Pulseaudio zum neueren, als stabiler geltenden Pipewire, den Fedora bereits 2021 vollzog, fällt unspektakulär aus, weil Pipewire volle Rückwärtskompatibilität zu Pulseaudio anstrebt und erreicht. Die Programme zur Audiowiedergabe wie Audioplayer und Firefox funktionieren klaglos und unverändert weiter. Dasselbe gilt auch für die Verwaltungs- und Konfigurationsprogramme wie Pavucontrol [6](#) und die Rubrik *Klang* in den Systemeinstellungen der Desktop-Umgebungen.

Um eine akzeptable Latenz für auf Jack aufsetzende Musikprogramme zu erzielen, gilt es, die Prozesspriorität des

Soundservers zu erhöhen. Dank des unter OpenSuse bereits vorinstallierten Rtkit braucht es dafür keine Konfigurationsänderungen auf Systemebene. Es genügt, die Pipewire-Konfiguration anzupassen. Platzieren Sie dazu einfach eine Konfigurationsdatei `jack.conf` mit dem Inhalt aus [Listing 2](#) im Verzeichnis `~/.config/pipewire/`.

Starten Sie Anwendungen dann beispielsweise mit `PIPEWIRE_LATENCY="128/48000"` *Anwendung* auf der Konsole für eine 128-Sample-Pufferperiode bei 48 KHz. Das entspricht einer Latenz von 2,67 ms. Sollte es dabei zu Pufferüberläufen kommen, sogenannten XRuns, dann erhöhen sie die Pufferperiode von 128 auf 256 oder 512 [7](#).



8 Nicht nur Drucker, auch die Bildschirmauflösung verwalten die Konfigurationszentren der Desktop-Umgebungen längst umfassend. In KDE 6 kam unter Wayland ein HDR-Support hinzu.

AUSGABE VERPASST?

ALLE ARTIKEL DES JAHRGANGS 2025

6,99 €
zzgl. Versandkosten

Alle Artikel des Jahrgangs 2025 auf DVD

Mehr Infos unter: shop.linuxuser.de/jahres-dvd/2025

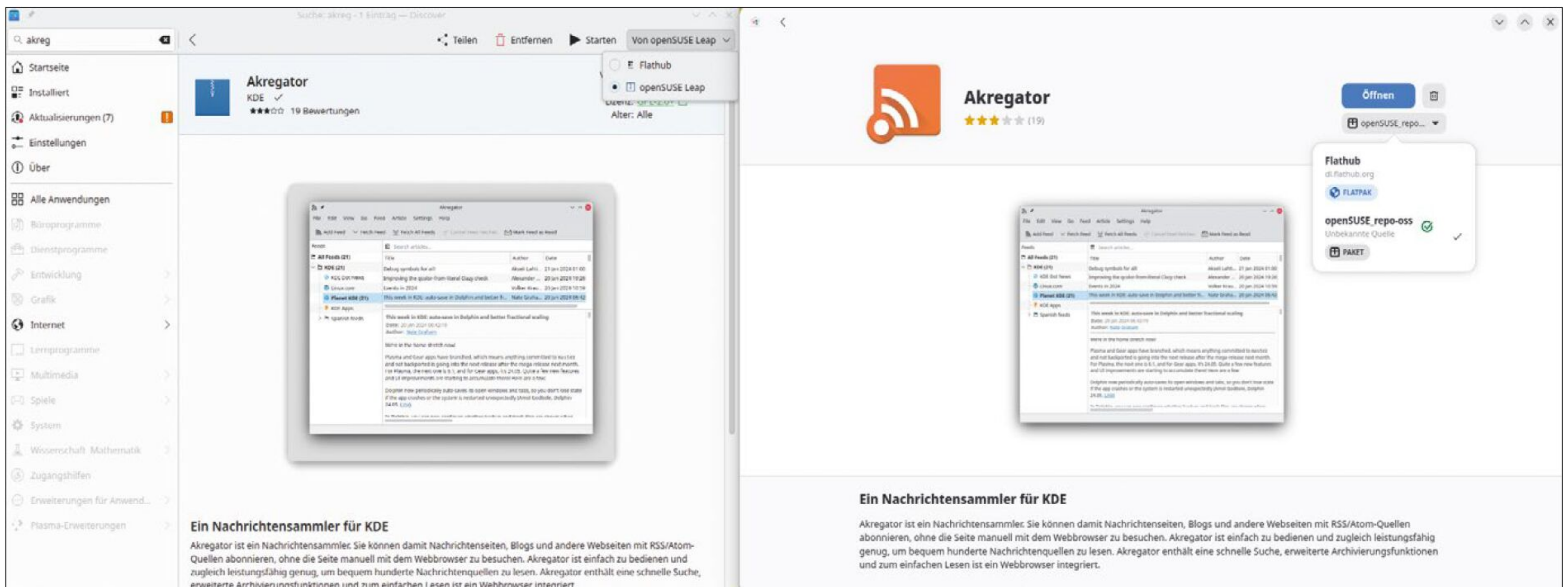


Bequem online bestellen:

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

shop.linuxuser.de/jahres-dvd/2025





9 Im Flathub-Repository zeigen KDE Discover (links) und Gnome Software oft eine native OpenSuse- und eine Flatpak-Spielart.

Genussreif

Während Leap 15 noch die seit Januar 2025 nicht mehr unterstützte KDE-Plasma-Version 5 enthielt, setzt Leap 16 auf die seit Anfang 2024 verfügbare Version 6. Dass dies auf den ersten Blick gar nicht auffällt, ist ein gutes Zeichen. Den KDE-Entwicklern ging es beim Switch der Major-Version ausdrücklich nicht darum, größere Änderungen am Bedienkonzept vorzunehmen. Das Ziel waren vielmehr Umbauten unter der Haube, allen voran der Umstieg von der grafischen Bibliothek Qt 5 auf Qt 6.

Bei der KDE-Plasma-Version in Leap 16 handelt es sich auch keineswegs um die erste Fassung nach dem Major-Versionssprung, sondern um die Version 6.4. Die durch den Entwicklungssprung ausgelösten Regressionen gelten als bereits ausgebügelt. Die wichtigste Änderung ist der Umstieg von der seit den 1980er-Jahren genutzten grafischen X-Window-Umgebung auf Wayland. Damit sind unter anderem HDR-Monitore **8** jetzt salonfähig. Korrekturfilter für Farbenblindheit bringt Wayland ebenfalls mit.

In der Paketausstattung von Leap fehlen jetzt allerdings manche beliebte Programme wie der RAW-Entwickler Darktable oder die Virtualisierungslösung Vir-

tualbox. Sie stehen nicht länger als native Pakete bereit. Die Zahl der distributionsübergreifend einsetzbaren Flatpak-Pakete wächst dagegen an. Die Flatpak-Paketmanagementsoftware ist vorinstalliert. Das Standard-Repository Flathub bindet der Befehl aus [Listing 3](#) ein, damit sich Pakete daraus installieren lassen.

Das gelingt mit dem Kommandozeilenprogramm `flatpak`, dem KDE-Software-Store Discover oder dem Gnome-Pendant Gnome Software. Nach dem erfolgreichen Einbinden von Flathub ist oft eine Wahl zwischen einem nativen OpenSuse-Pakete und einer Flatpak-Alternative möglich **9**.

Fazit

OpenSuse Leap 16.0 glättet viele Ecken und Kanten der Distribution. Das Release gibt den sperrigen, doch leistungsfähigen Installer und das in vielen Aspekten altbackene, doch von vielen Anwendern immer noch geschätzte YaST zugunsten von Cockpit auf. KDE Plasma 6 und damit einhergehend Qt 6 tun ein Übriges zur Modernisierung. Ob die Annäherung an den Mainstream der Verbreitung von Leap gut tut oder OpenSuse-Fans die Alleinstellungsmerkmale der Distribution vermissen, muss sich zeigen. (uba) ■

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53107



Weitere Infos und
interessante Links
www.linux-user.de/qr/53107



Listing 3: Flathub einbinden

```
$ flatpak remote-add --if-not-exists flathub https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo
```




1.000

Fachartikel von Experten

- ✓ UNSCHLAGBARER
GESAMTPREIS
- ✓ KEIN USER-TRACKING
- ✓ AB 4,17 EURO IM MONAT

Über
4.000
zufriedene
Abonnenten

Jetzt ausprobieren!



WWW.PCGH.DE/PLUS



© sinenkiy / 123RF.com

Überzeugende Fotomontagen mit Gimp 3.0 erstellen


In Szene gesetzt

Mit Gimp lassen sich aus freigestellten Motiven mit wenigen Handgriffen überzeugende Fotomontagen zusammenstellen.

Claudia Meindl

README

Die letzte Folge der Gimp-Tipps beschrieb das professionelle Freistellen von Objekten. Diesmal geht es darum, die freigestellten Motive mit wenig Aufwand zu überzeugenden Fotomontagen zusammenzusetzen.

In den letzten Gimp-Tipps  ging es um die Vorarbeit für den heutigen Schwerpunkt: Ein freigestelltes Motiv allein macht noch kein gutes Bild. Erst wenn Lichtrichtung, Farbtemperatur und Größenverhältnisse zusammenpassen, sieht das Ergebnis nicht nach Bastelarbeit aus. Im Folgenden sehen wir uns daher die Grundlagen rund um das Kombinieren von Bildelementen näher an.

Wir zeigen, wie Sie freigestellte Motive einfügen und welche Farbanpassungen Sinn ergeben. Sie lernen, mit Schatten und Perspektive umzugehen, und erfahren, welche Ebenenmodi sich eignen. Wir stellen eine Einsatzmöglichkeit der Verlaufsmaske vor und geben Tipps im Umgang mit der Perspektive und den Größenverhältnissen.

Elemente einfügen

Öffnen Sie das gewünschte Hintergrundbild über [Strg]+[O]. Fügen Sie anschlie-

ßend das freigestellte Objekt über *Datei | Als Ebenen öffnen* in eine eigene Ebene des Ebenenstapels ein. Dort liegt es nun an erster Stelle und lässt sich unabhängig vom Hintergrund bearbeiten.

Position und Größe stimmen selten auf Anhieb. Aktivieren Sie zuerst das Werkzeug *Verschieben* ([M]), um das eingefügte Motiv zu positionieren. Aktivieren Sie danach das Werkzeug *Skalieren* ([Umschalt]+[S]). Ein Doppelklick mit der Maus öffnet die Werkzeugeinstellungen. Solange das Kettensymbol zwischen *Breite* und *Höhe* geschlossen ist, skaliert Gimp proportional und bewahrt das Seitenverhältnis. Lösen Sie das Kettensymbol also nur, wenn Verzerrungen für Sie keine Rolle spielen.

Orientieren Sie sich beim Anpassen der Größe an Motiven im Hintergrundbild, wie einer Person, einem Fenster oder einem Geländer. Sobald die Größe passt, beenden Sie den Vorgang über die Schaltfläche *Skalieren* **1**.

Farbe und Helligkeit

Haben Sie zwei Bilder unter unterschiedlichen Lichtbedingungen aufgenommen, sehen Sie das sofort. Das eine Bild hat vielleicht einen Blaustich vom Himmel, das andere ist durch Sonneneinstrahlung knallig hell. Damit die Montage nicht auffällt, müssen Sie solche Abweichungen ausgleichen. In unserem Beispiel aus Abbildung 1 hat das eingefügte Objekt einen leuchtenden Farbton.

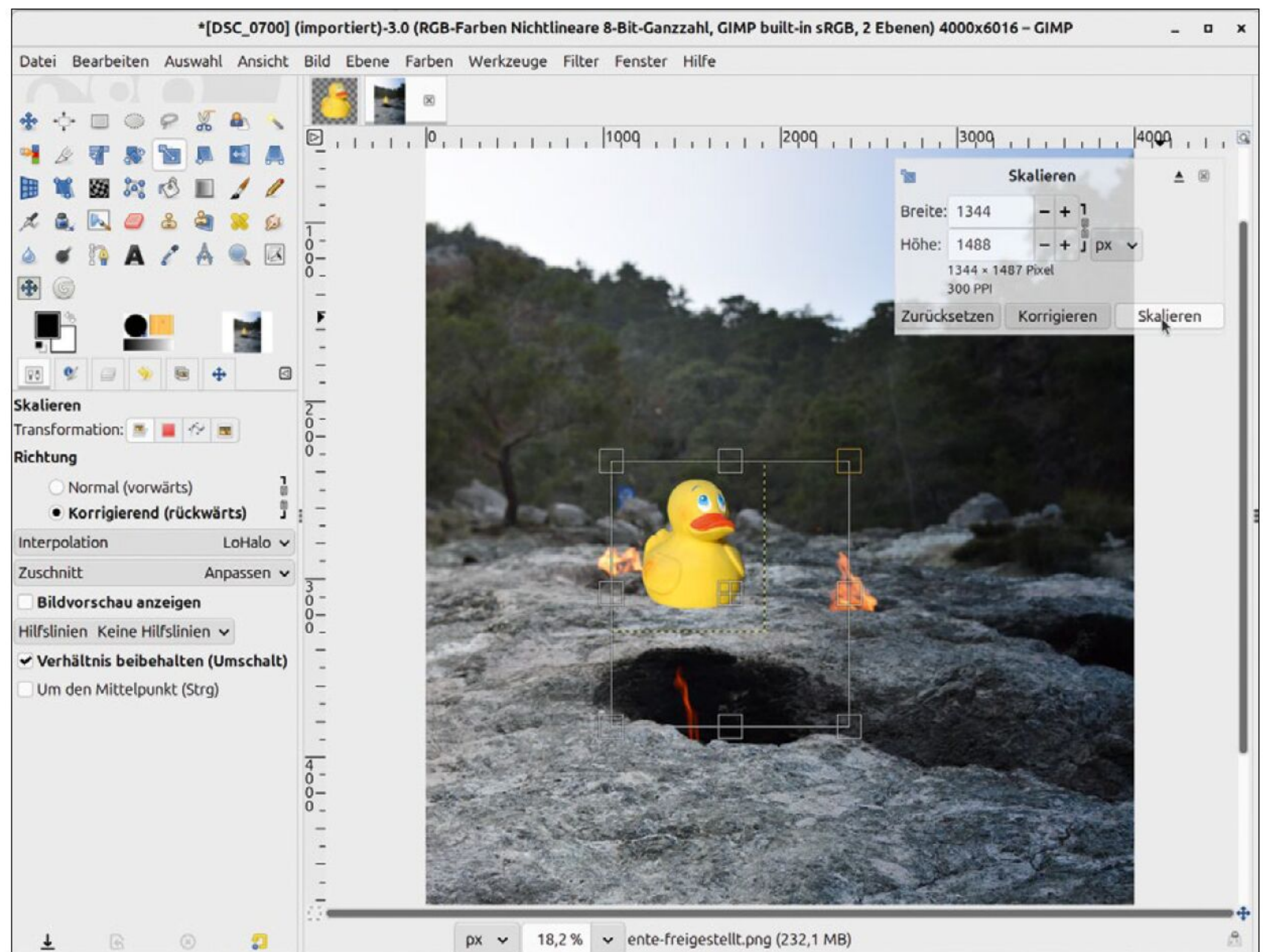
Wählen Sie im Ebenenstapel die Ebene mit dem eingefügten Objekt aus. Über *Farben | Kurven* öffnen Sie den Kurvendialog, in dem Sie die Helligkeitsverteilung steuern 2. Aktivieren Sie die *Vorschau* und modifizieren Sie die Kurve mit Hilfe der Maus, um die Helligkeit des Objekts dem Hintergrund anzupassen. Der obere Bereich der Kurve kontrolliert die hellen Stellen, der untere die dunklen. Passt die Farbgebung, klicken Sie auf *OK*.

Im nächsten Schritt gleichen Sie über *Farben | Farbton/Sättigung* den Farbton an. Aktivieren Sie auch hier wieder die *Vorschau*. Der Regler *Farbton* verändert das gesamte Farbspektrum der Ebene. Oft genügen Verschiebungen im einstelligen Bereich. Auch die *Sättigung* sollten Sie überprüfen, denn ein knallbuntes Objekt vor einem gedeckten Hintergrund wirkt aufgesetzt. Ein nützlicher Trick: Verwenden Sie zusätzlich die Option *Ansicht teilen* im Dialogfenster. Mit einem Vorher-Nachher-Vergleich zeigen sich farbliche Unstimmigkeiten sofort.

Schatten anlegen

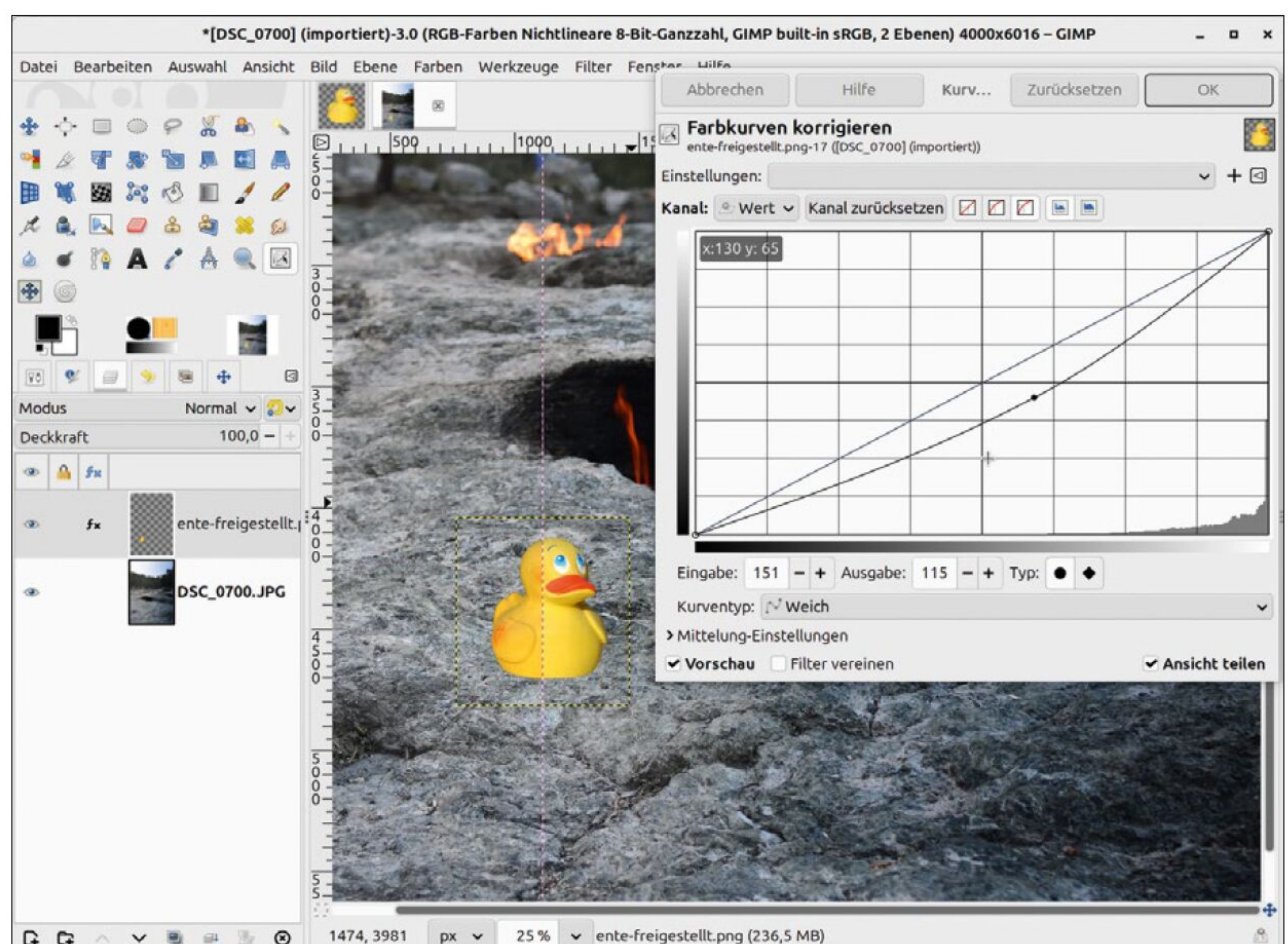
Ohne den passenden Schatten wirkt ein eingefügtes Objekt wie ausgeschnitten und aufgeklebt. Gimp bietet zwar unter *Filter | Licht und Schatten* das Erzeugen eines Schlagschattens an, doch das so erzielte Ergebnis fällt oft zu gleichmäßig aus und wirkt dadurch künstlich. Deswegen arbeiten Sie besser mit einer separaten Ebene und dem Pinsel, dann haben Sie mehr Kontrolle über das Resultat.

Erstellen Sie dafür unterhalb der Objektebene eine neue, leere Ebene ([Umschalt]+[Strg]+[N]). Als *Füllung* wählen Sie *Transparenz*. Diese Ebene dient später als Schattenebene. Aktivieren Sie den *Pinsel* ([P]), stellen Sie die Vordergrundfarbe auf Schwarz und wählen Sie eine

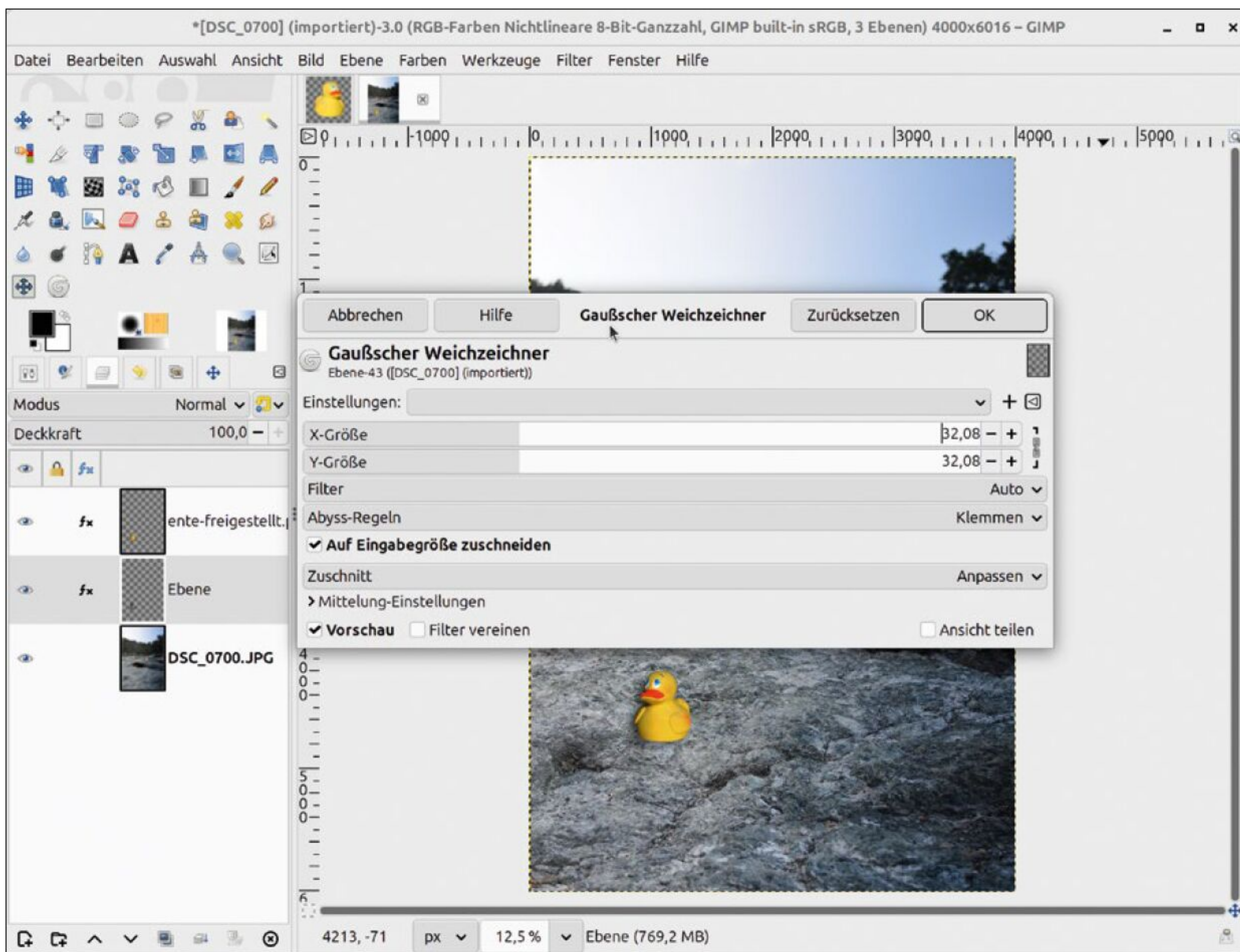


1 Das freigestellte Objekt liegt als separate Ebene über dem Hintergrundbild. Das geschlossene Kettensymbol beim *Skalieren*-Werkzeug bewahrt das Seitenverhältnis.

weiche Pinselspitze. In den Werkzeugeinstellungen reduzieren Sie die *Deckkraft* auf etwa 20 Prozent. Anschließend bauen Sie den Schatten Strich für Strich auf. Das wirkt wesentlich natürlicher als ein einziger, deckender Strich.



2 Über den Kurvendialog passen Sie die Helligkeit des eingefügten Objekts an den Hintergrund an. Schon geringe Korrekturen machen einen großen Unterschied.



3 Den Schatten bauen Sie auf einer transparenten Ebene mit dem *Pinzel* bei niedriger *Deckkraft* auf. Der *Gaußsche Weichzeichner* sorgt für einen natürlich wirkenden Verlauf.

Sehen Sie sich das Hintergrundbild genau an: Aus welcher Richtung kommt das Licht? Wenn Baumschatten nach rechts fallen, muss auch Ihr Objektschatten nach rechts zeigen. Licht von oben erzeugt einen kurzen Schatten direkt am Fuß des Objekts, seitliches Licht wirft längere Schatten. Prüfen Sie das eingefügte Objekt auf bereits sichtbare Schattenwürfe. Weicht der Schattenwurf zu stark vom Hintergrundbild ab, müssen Sie es eventuell anders ausrichten oder über [Umschalt]+[F] spiegeln.

Zum Schluss glätten Sie die Schatten-ebene mittels *Filter | Weichzeichnen | Gaußscher Weichzeichner*. Werte zwischen 10 und 35 Pixeln liefern brauchbare Ergebnisse. Als Grundregel gilt: Je größer der Abstand zwischen Objekt und Schattenwurf, desto weicher und blasser sollte der Schatten ausfallen **3**.

Ebenenmodi nutzen

Oberhalb des Ebenenstapels gibt es ein Auswahlménü, dessen *Modus* in der Grundeinstellung auf *Normal* steht. Dahinter verbergen sich die diversen Ebenenmodi. Sie bestimmen den Algorithmus, mit dem Gimp die Pixel zweier Ebenen miteinander verrechnet. Für Foto-

montagen eignen sich primär drei Modi. *Multiplizieren* macht helle Bereiche durchsichtig und dunkle Bereiche dunkler. Damit legen Sie zum Beispiel Strukturen wie Papierfalten oder Stoffmuster über ein Bild. Weiße Flächen verschwinden dabei komplett.

Die *Addition* addiert die Pixelwerte beider Ebenen. Schwarze Bereiche bleiben neutral, helle Bereiche leuchten intensiv. Dieser Effekt kann aber schnell überbelichten. Er eignet sich ideal für ein Foto von Funken, einem Feuerwerk oder Sonnenstrahlen, das Sie über eine Szene mit dunklem Hintergrund legen wollen. Das ergibt einen stimmigen Lichteffect.

Der Modus *Überlagern* kombiniert beide Ansätze. Er macht helle Bildpartien heller und dunkle dunkler. Er eignet sich gut, um eine Textur dezent in ein Bild einzuarbeiten. Sie bleibt dabei sichtbar, drängt sich aber nicht auf.

Die Wirkung aller Ebenenmodi steuern Sie über den Regler *Deckkraft* im Ebenenstapel **4**. Reduzieren Sie sie auf 40 bis 60 Prozent, wenn der Effekt zu stark ausfällt. Es lohnt sich, mit den Werten zu experimentieren. Die Wirkung sehen Sie sofort im Bild.

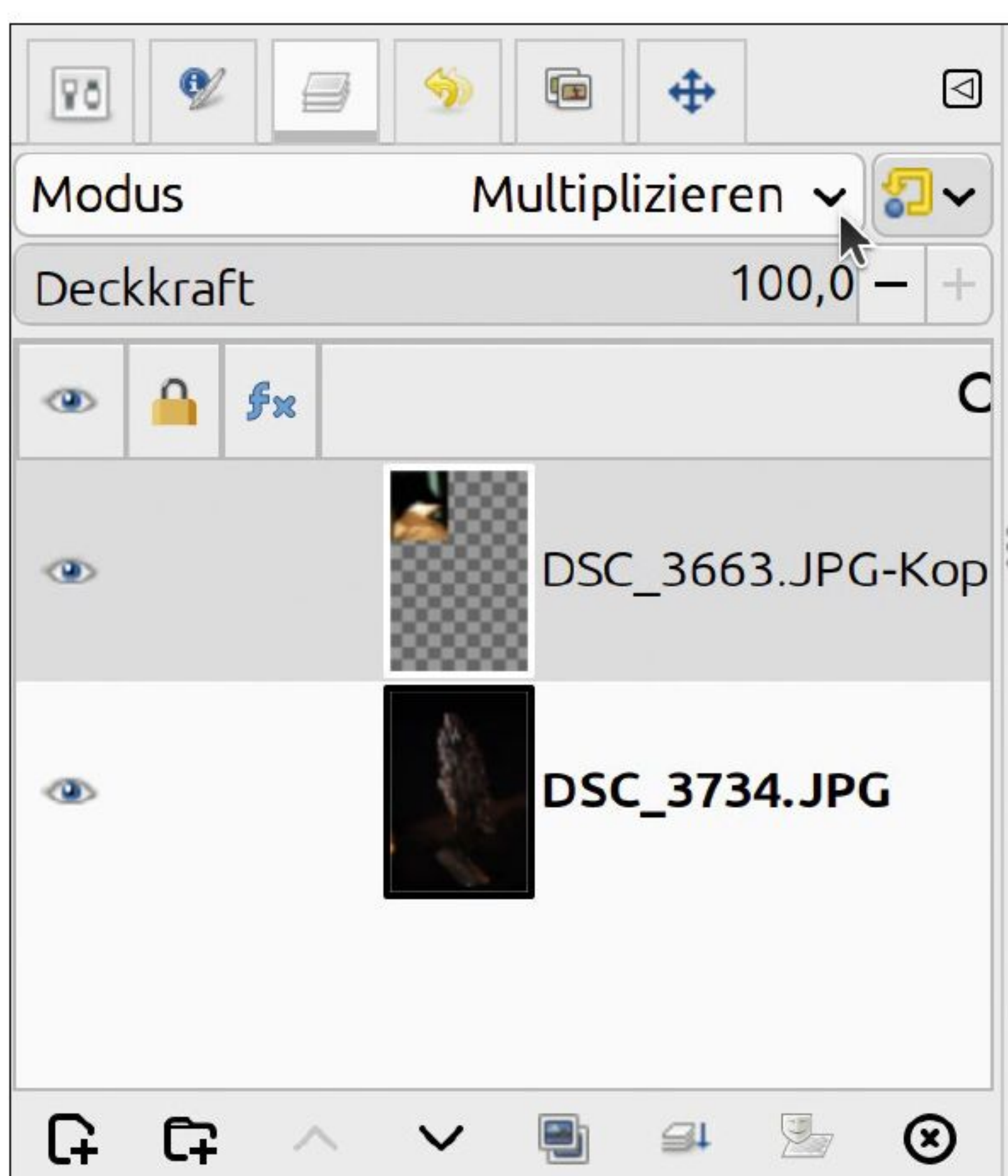
Verlaufsmasken

Nicht jede Montage besteht aus klar abgegrenzten Objekten. Manchmal möchte man zwei Bilder zusammenfügen oder den Himmel austauschen. Dabei würden harte Kanten sofort auffallen. Mit einer Verlaufsmaske schaffen Sie stattdessen einen fließenden Übergang.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Ebenenstapel auf die gewünschte Ebene, wählen Sie aus dem Kontextmenü *Ebenenmaske hinzufügen* und stellen Sie als Initialisierung *Weiß (volle Deckkraft)* ein. Die Ebene bleibt zunächst vollständig sichtbar.

Aktivieren Sie dann das *Farbverlaufswerkzeug* ([G]) und wählen Sie Schwarz als Vordergrundfarbe und Weiß als Hintergrundfarbe. Der passende *Farbverlauf* in den Werkzeugeinstellungen lautet *VG nach HG (RGB)*. Um ihn zu aktivieren, klicken Sie im Ebenenstapel auf die Maske. Eine weiße Umrandung kennzeichnet die jeweils aktive Ebenenmaske.

Ziehen Sie als Nächstes den Verlauf über den Bereich, den Sie ausblenden



4 Über das Auswahlménü im Ebenenstapel wechseln Sie den Ebenenmodus. *Multiplizieren*, *Addition* und *Überlagern* funktionieren bei Fotomontagen am besten.

möchten. Die Richtung bestimmt den Übergang: Von oben nach unten gezogen bleibt die Ebene oben sichtbar und blendet nach unten aus. Ein kurzer Verlauf ergibt einen abrupten Übergang, ein langer einen weichen **5**.

Perspektive

Selbst bei passenden Farben und Schatten fällt die Montage trotzdem auf, wenn der Blickwinkel nicht stimmt. Daher empfiehlt sich der Einsatz von Hilfslinien zur Kontrolle der Perspektive und Größe. Ziehen Sie dazu Hilfslinien aus den Linealen am oberen Rand ins Bild. Damit markieren Sie die Horizontlinie des Hintergrundbilds. Objekte auf dem Boden orientieren sich an dieser Linie. Steht eine Person zu hoch oder zu tief, stimmt die räumliche Einordnung nicht.

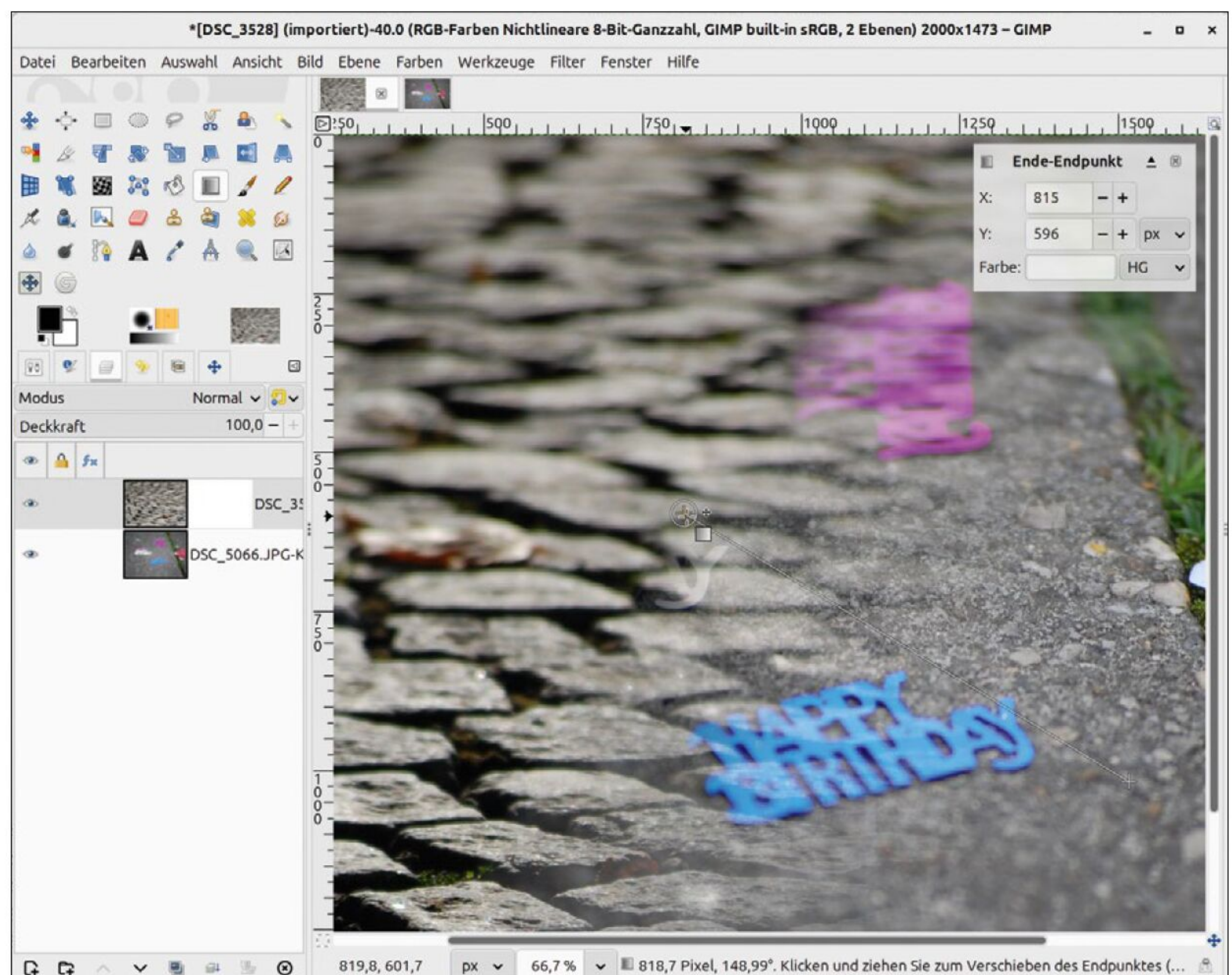
Gimp bietet zur Korrektur im Menü **Werkzeuge | Transformationen** den Punkt **Perspektive** an. Damit verzerren Sie die Objektebene passend zum Fluchtpunkt des Hintergrunds. Gehen Sie hier zurückhaltend vor, denn bereits kleine Verschiebungen an den Eckpunkten verändern die Wirkung erheblich **6**.

Prüfen Sie die Größenverhältnisse auch anhand anderer Gegenstände im Bild. Die Lehne einer Parkbank reicht beispielsweise einem Erwachsenen bis zur Hüfte. Erscheint sie in Ihrer Montage in Schulterhöhe, stimmt etwas nicht.

Kontrollhintergründe

Bevor Sie Ihre Bildmontage abschließen, testen Sie das Ergebnis am besten vor unterschiedlichen Hintergründen. Legen Sie dazu eine neue Ebene an und positionieren Sie sie ganz unten im Ebenenstapel. Nutzen Sie gegebenenfalls die Schaltfläche am unteren Ende des Ebenendialogs zum Absenken im Ebenenstapel, oder ziehen Sie die Ebene mit der Maus an die gewünschte Position.

Füllen Sie die neue Ebene nacheinander mit Weiß, Schwarz und einem mittleren Grau. So erkennen Sie Farbränder oder Transparenzfehler an den Objektkanten und können sie nacharbeiten. Nach Abschluss der Arbeiten exportieren Sie das fertige Bild über **Datei | Exportieren als** im PNG-Format – ideal, wenn Sie Transparenz brauchen. Zusätzlich emp-



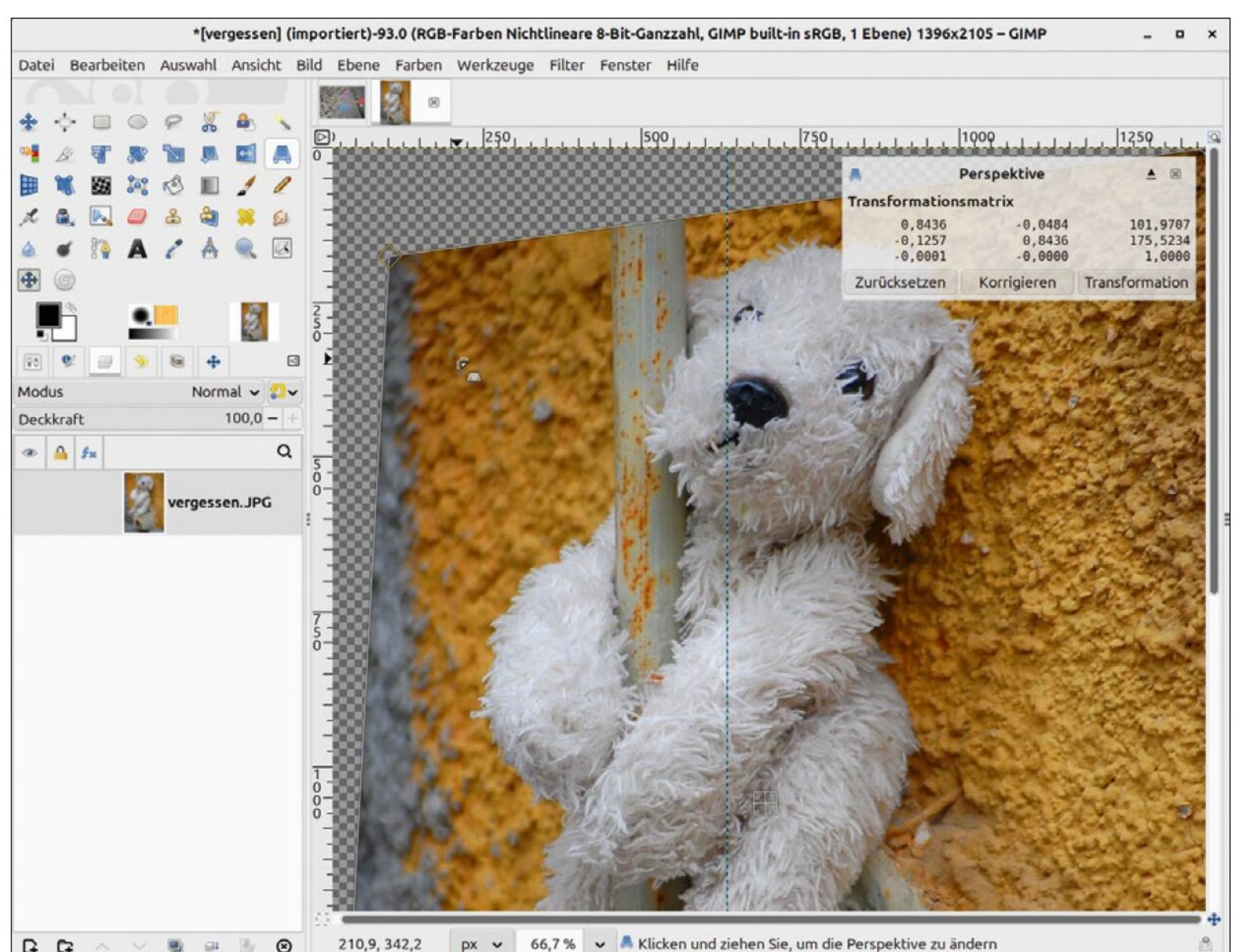
5 Ein Schwarz-Weiß-Verlauf auf der Ebenenmaske blendet Teile der Ebene sanft aus. Die Verlaufsrichtung und die Länge der Linie bestimmen die Größe des Übergangs.

fiehlt es sich, das Bild im Gimp-eigenen XCF-Format zu speichern. Nur darin bleiben alle Ebenen und Masken für spätere Korrekturen erhalten. (tle/jlu) ■



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/53100



6 Aus den Linealen gezogene Hilfslinien verdeutlichen die Horizontlinie. Das Werkzeug **Perspektive** korrigiert perspektivische Abweichungen zwischen Objekt und Hintergrund.



© lassedesignen / 123RF.com

ChromiumOS-Ableger OpenFyde für den Raspberry Pi

Frisch zubereitet

Seine Popularität macht den RasPi auch für die Entwickler von Betriebssystemen interessant. Das OpenFyde-Projekt bringt ChromiumOS ganz ohne Google auf den Mini-Rechner. Erik Bärwaldt

README

Googles Betriebssysteme schrecken viele Anwender wegen der überzogenen Datensammelei des Konzerns ab. Mit OpenFyde steht jetzt ein freies ChromiumOS-Derivat bereit, das völlig ohne Google auskommt und Türen in andere Welten öffnet.

Der globale Siegeszug des Raspberry Pi hat zu einer großen Vielfalt an möglichen Betriebssystemen für den Mini-Rechner geführt. Während der Platzhirsch Linux dabei mit zahlreichen Derivaten vertreten ist, führt das ursprünglich auf Gentoo Linux basierende ChromiumOS [🔗](#) von Google auf dem britischen Kleinrechner bislang nur ein Nischendasein.

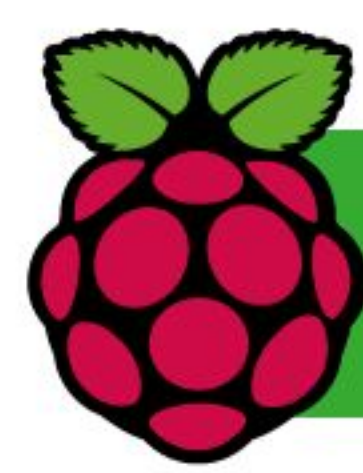
Grund für die sehr zögerliche Verbreitung von Googles freiem ChromeOS-Abkömmling auf dem RasPi dürfte neben dem Zwang zu einem Konto beim Hersteller das Versionsdurcheinander sein. So wird ChromiumOS für den Raspberry Pi 4 und 5 sowie deren Abkömmlinge auf Github ohne Linux-Subsystem angeboten, während das ebenfalls von ChromiumOS abgeleitete FydeOS [🔗](#) sowohl ein Android- als auch ein Linux-Subsystem umfasst. Es lässt sich zudem offline betreiben. Ein Account bei Google oder Fyde Innovations, dem britischen Hersteller von FydeOS, ist optional. FydeOS ist keine vollständig freie und somit

quelloffene Software, sondern integriert auch proprietäre Komponenten.

Damit Freunde vollständig freier Software mit FydeOS auf ihre Kosten kommen, gibt es nun mit OpenFyde ein auf ChromiumOS basierendes Open-Source-Betriebssystem für den RasPi. Es kommt wie sein teils proprietäres Pendant ohne Cloud-Zwang aus und benötigt kein Konto bei Google oder Fyde Innovations. OpenFyde integriert zudem ein Linux-Subsystem, das Linux-Anwendungen containerbasiert ausführt. Damit bietet es wesentlich mehr Anwendungsmöglichkeiten als ChromiumOS und einen signifikant verbesserten Datenschutz.

Installation

Sie beziehen OpenFyde als 1,9 GByte großes Abbildarchiv von der Seite des Projekts. Dort finden Sie separate Images für den Raspberry Pi 4 und 5 [🔗](#). Nach dem Herunterladen der passenden Variante entpacken Sie das ZIP-Archiv in ein



beliebiges Verzeichnis und transferieren anschließend das Image auf eine Micro-SD-Karte. Entpackt weist es einen Umfang von gut 10 GByte auf und benötigt daher eine entsprechend große Karte.

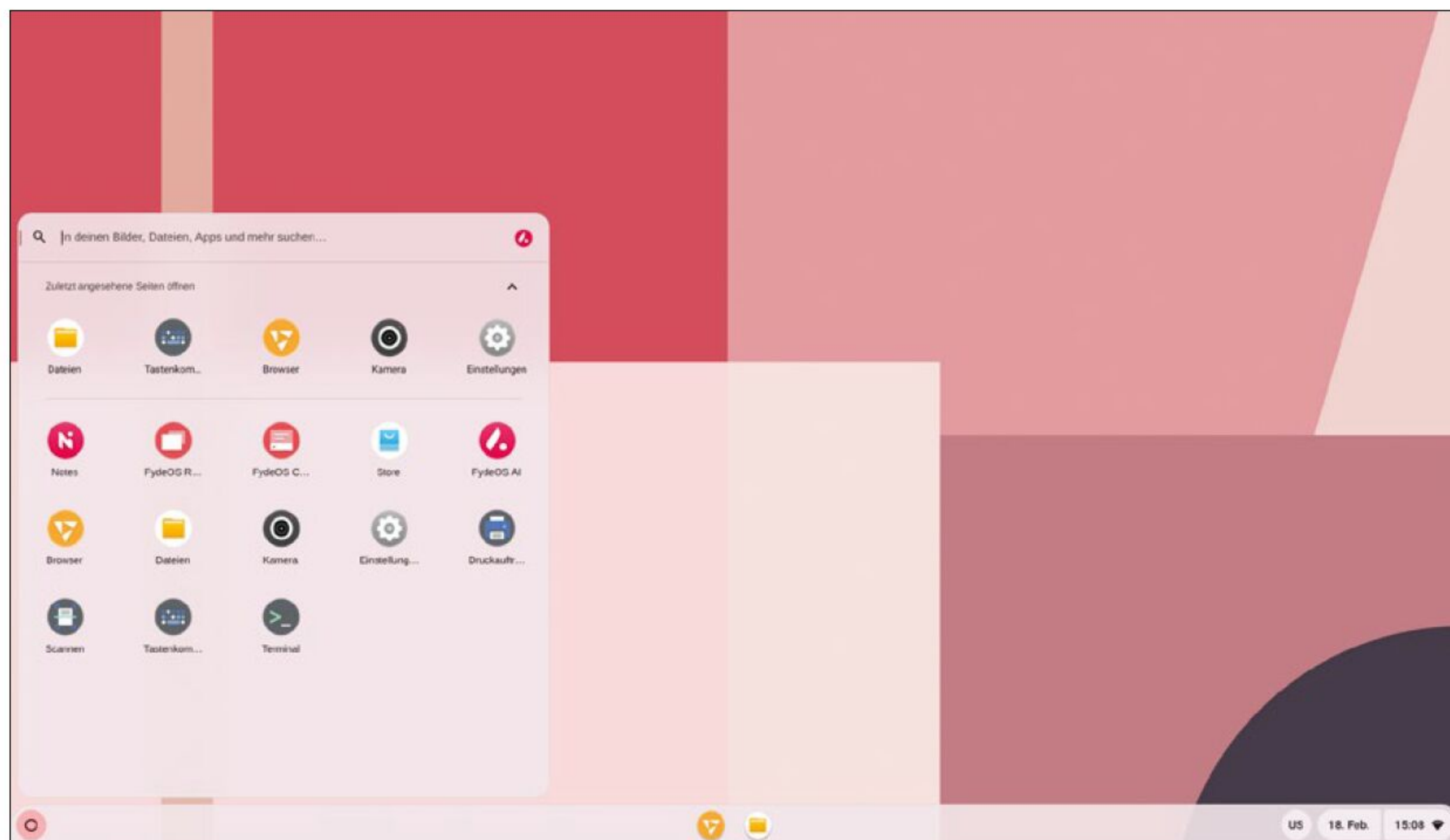
Zum Datentransfer auf die SD-Karte nutzen Sie den Befehl aus [Listing 1](#). Lassen Sie sich von der Extension `.bin` der Abbilddatei nicht verwirren. Es handelt sich tatsächlich um ein Betriebssystemabbild und nicht um eine Binärdatei für ein Anwendungsprogramm, wie die Dateierweiterung suggeriert.

Nach dem Transfer starten Sie Ihren Raspberry Pi von der Karte. Es öffnet sich ein Einrichtungsassistent, der zunächst die FydeOS-Lizenzen und Datenschutzerklärungen anzeigt. Nachdem Sie sie zur Kenntnis genommen haben, gelangen Sie in zwei Dialoge zur Lokalisierung der Installation und zur Konfiguration der Netzwerkanbindung. Verfügt Ihr Raspberry Pi nicht über einen kabelgebundenen Zugang ins Internet, blendet OpenFyde eine Liste erkannter Netze zur Einrichtung des WLANs ein.

Danach gelangen Sie in einen Dialog zur Kontoeinrichtung. Voreingestellt ist das FydeOS-Konto aktiviert, alternativ können Sie zu einem Google-Account umschalten. Möchten Sie keine Cloud-Anbindung nutzen, klicken Sie unten links im Fenster auf *Use local account*. Der Assistent öffnet daraufhin einen Dialog, in dem Sie ein lokales Konto ohne Cloud-Zugang anlegen. Nach Eingabe der Credentials eröffnet eine weitere Eingabemaske die Möglichkeit, zur Authentifizierung anstelle des Passworts eine sechsstellige PIN festzulegen.

Möchten Sie aber die konventionelle Authentifizierung per Passwort beibehalten, klicken Sie unten auf *Stattdessen Passwort verwenden*. In weiteren Dialogen ändern Sie Anzeige- und Textgrößen und passen das Design Ihren Wünschen an. Zu guter Letzt starten Sie den eigentlichen Desktop [1](#). Dort klicken Sie zunächst rechts unten auf *US* und wählen im sich öffnenden Kontextmenü das deutsche Tastaturlayout aus.

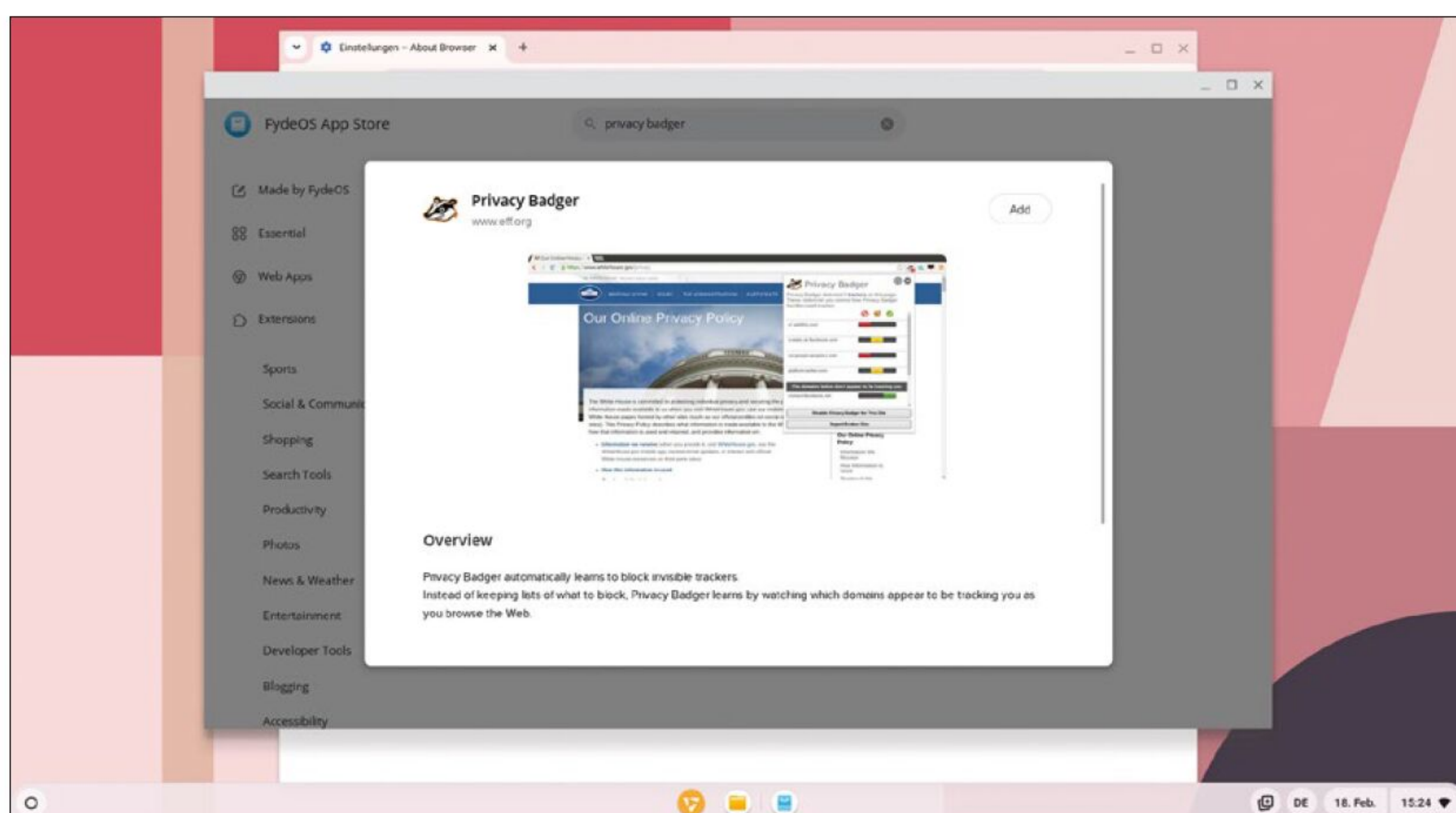
Die Arbeitsoberfläche enthält keine Überraschungen. Sie bedienen den Desktop über eine konventionelle Panel-Leiste am unteren Bildschirmrand. Hier gibt es links einen Menüschalter, mittig zwei Starter für den Dateimanager und den



1 Die helle und freundliche OpenFyde-Arbeitsumgebung ist leicht zu bedienen.

Webbrowser sowie rechts einen kleinen System-Tray. Beim Webbrowser handelt es sich um eine optisch leicht modifizierte Chromium-Instanz [2](#). Der Browser hat jedoch in der Grundeinstellung erhebliche Datenschutzdefizite. Es bedarf daher einer detaillierten Konfiguration, um Werbung und Tracker zu blocken.

Da keinerlei Addons vorinstalliert sind, ist es empfehlenswert, zunächst über *Einstellungen | Erweiterungen* sinnvolle Plugins in den Webbrowser zu integrieren. Dazu zählen etwa Werbeblocker wie uBlockOrigin und Ghostery sowie Anti-Tracking-Werkzeuge wie Privacy Badger. Auf diese Weise stellen Sie ein unkompliziertes Surferlebnis ohne aggressive Werbeeinblendungen sicher.



2 Erweiterungen für den Webbrowser installieren Sie mit nur wenigen Klicks.

Tastenkombinationen

OpenFyde lässt sich sehr zügig mit zahlreichen Tastenkombinationen bedienen. Dazu sind für verschiedenste Anwendungsszenarien bereits Tastenkürzel hinterlegt. Im Startmenü des Betriebssystems wählen Sie den Eintrag *Tastenkombinationen* aus, um die voreingestellten Kombinationen aufzurufen und weitere Shortcuts anzulegen ³.

Softwarebestand

Das im Vergleich zu Linux grundsätzlich andere Konzept des ChromiumOS-Abkömmlings und der teils noch experimentelle Charakter schränken das lokale Arbeiten ohne Cloud-Anbindung ein. Während Linux als konventionelles Betriebssystem lokal installierte Applikationen anbietet, arbeiten die OpenFyde-Anwendungen webbezogen auf Basis des Chromium-Browsers. Erfreulicherweise können Sie bereits viele Linux-Anwendungen containerbasiert unter OpenFyde installieren und nutzen.

Voreingestellt kommt OpenFyde mit einer recht überschaubaren Anzahl vorinstallierter Anwendungen. Im Startmenü sticht der Starter für *FydeOS AI* ins Auge. Dabei handelt es sich um einen Chatbot, der sich jedoch nur mit einem FydeOS-Account nutzen lässt. Neben den üblichen kleinen Applikationen wie einem Notizblock, einer Kamera-App, einem Dateimanager sowie einigen Anwendungen zur Konfiguration des Systems und von Peripheriegeräten finden sich auch ein Terminal sowie ein Scanprogramm im System. Größere Anwendungen fehlen dagegen komplett.

OpenFyde bringt jedoch einen App-Store mit, den Sie durch einen Klick auf den Starter *Store* erreichen. Er enthält neben einem FydeOS-eigenen Repository in jeweils eigenen Kategorien die Erweiterungen für den Webbrowser sowie Web- und Android-Apps.

Die Webapps bestehen aus einer Sammlung häufig genutzter Webseiten, die sich jeweils nach einem Klick im Webbrowser öffnen. Eine Integration der Webapps ins Startmenü offeriert der Store noch nicht. Daher empfiehlt es sich, häufiger genutzte Webseiten über die Option *Web Apps* aufzurufen und anschließend im Browser als Lesezeichen zu hinterlegen.

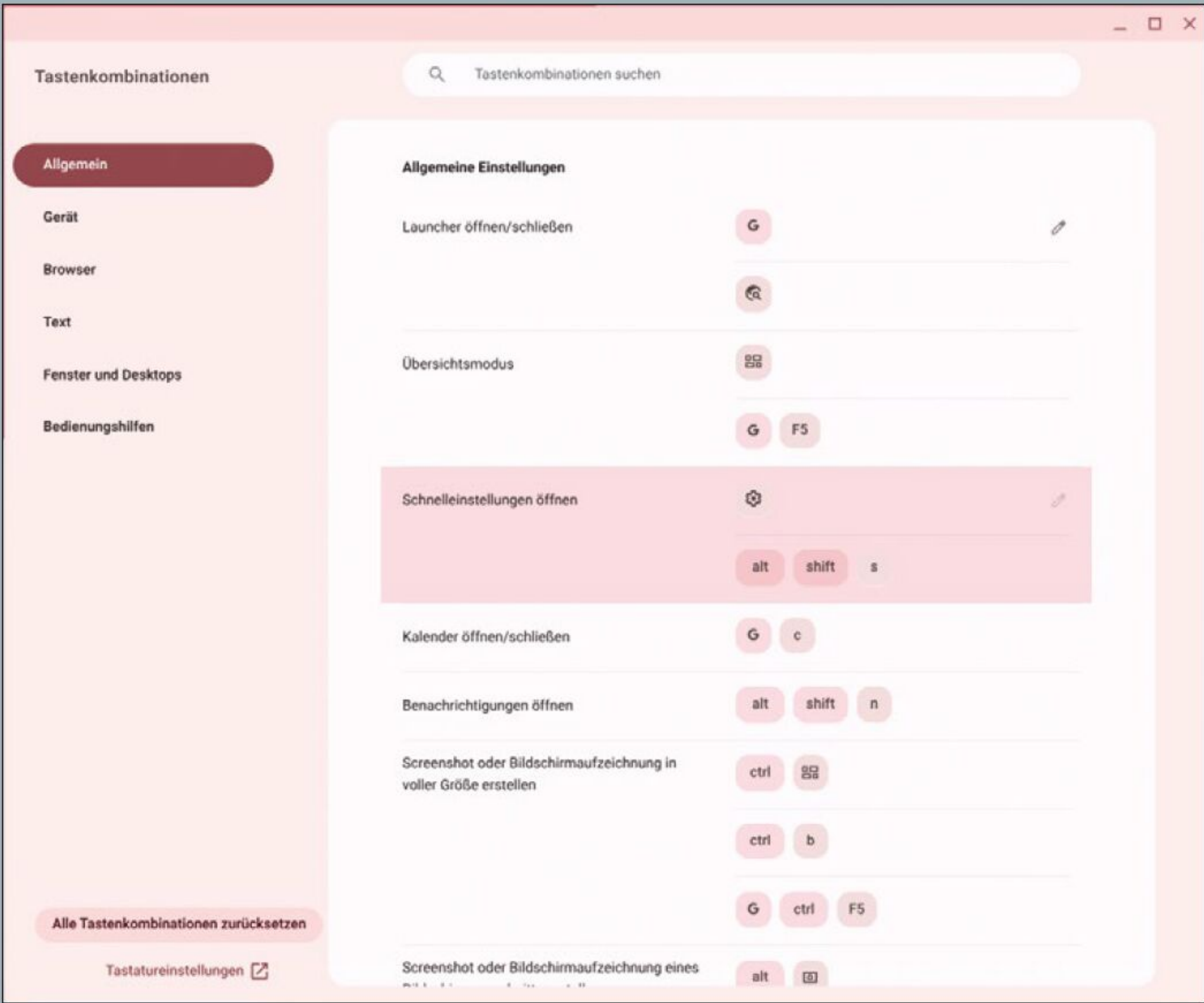
Android-Apps

Android-Apps lassen sich in OpenFyde in den meisten bereitgestellten Varianten noch nicht nutzen. Sie erscheinen zwar im Store in Kachelform aufgelistet, erfordern aber ein aktives Android-Subsystem. Dabei handelt es sich um ArcheroNG, das derzeit auf Android 14 basiert. Es befindet sich für die meisten Einplatinencomputer noch in einem frühen experimentellen Stadium und wurde in den neueren OpenFyde-Varianten für den Raspberry Pi 5 wieder entfernt.

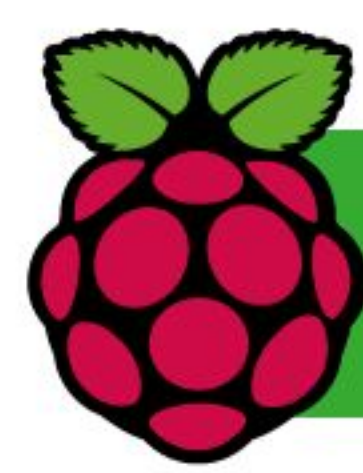
Bei Auswahl einer Android-App im Store erscheint im Installationsdialog der Schalter *Activate Android*. Ein Klick darauf schließt jedoch lediglich das Fenster und springt in den App-Store zurück. Ausschließlich die in der Gruppe *Essential* aufgelisteten Anwendungen lassen sich mithilfe des jeweils vorhandenen *Add*-Buttons ins System integrieren, und zwar in Form einer Browser-Extension.

Listing 1: Abbild schreiben

```
$ dd if=/Pfad/zur/Abbild.bin of=/dev/Blockgerät bs=4M
```



³ OpenFyde lässt sich sowohl per Maus als auch per Tastatur steuern.



Linux-Anwendungen

Um Linux-Anwendungen in OpenFyde installieren und verwenden zu können, müssen Sie die Linux-Entwickleroption installieren. Das erfolgt auf ungewöhnliche Weise: Beim Öffnen des Terminals erscheint ein kleiner Konfigurationsdialog, in dem Sie gleich oben im Kasten *Linux* auf *Einrichten* klicken, um das Einstellungsfenster zu öffnen. Darin klicken Sie oben rechts erneut auf *Einrichten*, um einen Assistenten zu starten. Er fragt zunächst nach dem Nutzernamen und der gewünschten Laufwerksgröße. In der Voreinstellung reserviert der Assistent 10 GByte für das Linux-Subsystem.

Nach einem Klick auf *Installieren* unten rechts lädt der Assistent die virtuelle Linux-Maschine herunter und integriert sie ins Betriebssystem. Nach der Einbindung schließt sich der Einstellungsdialog automatisch. Bei der Installation wird außerdem automatisiert ein neuer Hostname für die Linux-Umgebung vergeben. Bei jedem erneuten Öffnen des Terminals erscheint der Konfigurationsdialog zusammen mit diesem Hostnamen. Ein Klick darauf öffnet dann ein konventionelles Linux-Terminal, mit dem Sie wie gewohnt arbeiten können **4**.

Da das Subsystem auf die Repositories von Debian 12 „Bookworm“ zugreift, ist es empfehlenswert, zunächst durch Eingabe der Befehle `sudo apt update` und `sudo apt upgrade` die Softwarearchiv und die virtuelle Umgebung auf den aktuellen Stand zu bringen.

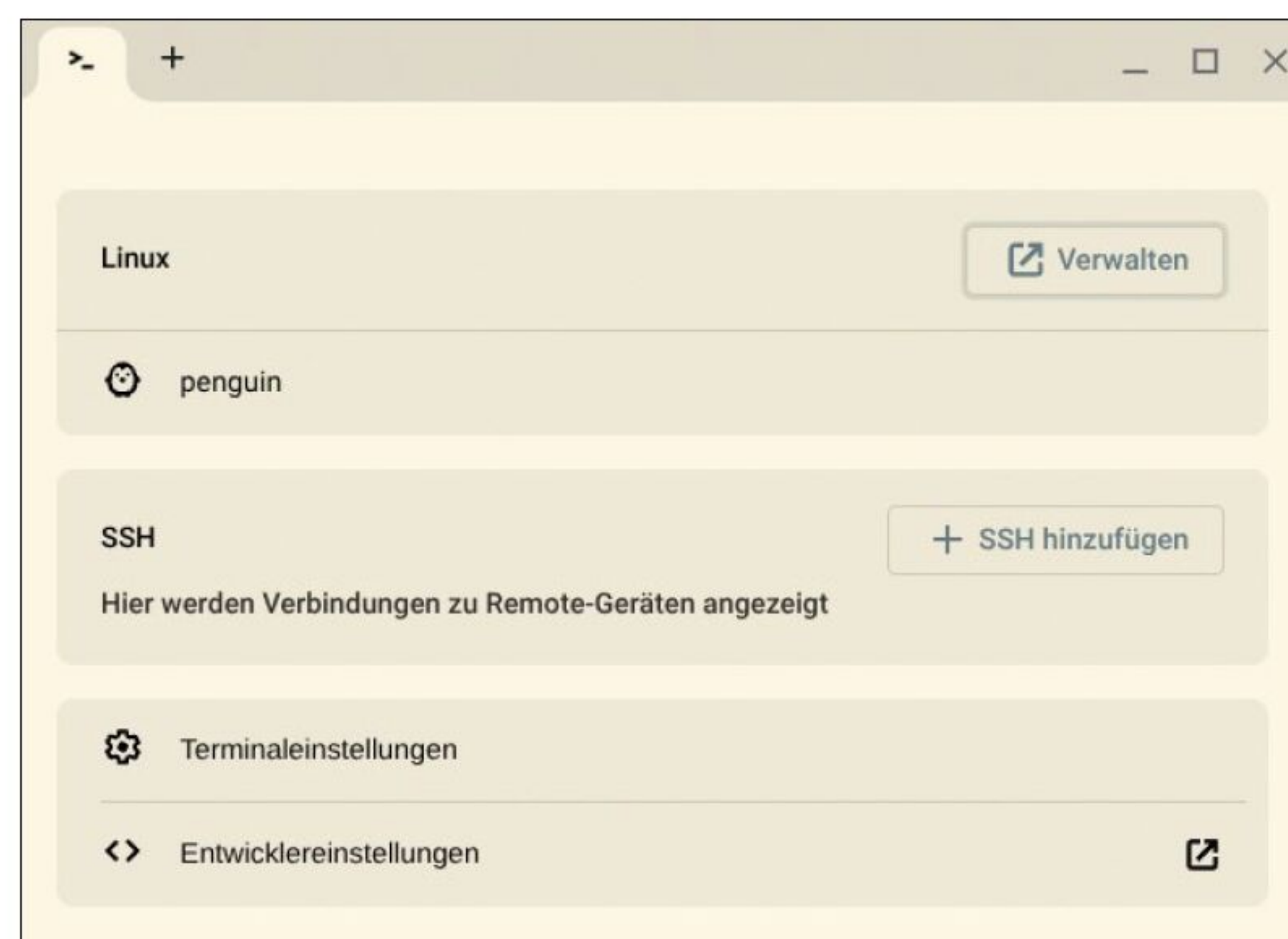
In unserem Test zeigte sich jedoch, dass längst noch nicht alle grafischen Linux-Anwendungen mit OpenFyde harmonieren. Zudem übernimmt das System nicht sämtliche *Linux-Apps* in die gleichnamige Kategorie des Startmenüs. Es bleibt also oft nur die Option, lokale Linux-Anwendungen durch Befehlseingabe am Prompt zu starten.

Möchten Sie nachträglich Änderungen am Linux-Subsystem vornehmen, öffnen Sie dazu im Hauptmenü den Starter *Einstellungen*. Im folgenden Konfigurationsdialog klicken Sie in der vertikalen Kategorienleiste links auf den Eintrag *Linux* und öffnen danach die Entwicklungsumgebung. Im aufgeklappten Menü nehmen Sie anschließend alle gewünschten Änderungen vor **5**.

Das Einstellungsmenü gestattet darüber hinaus die allgemeine Systemkonfiguration inklusive der Kontenverwaltung und verschiedener Optionen zur Gewährleistung eines adäquaten Datenschutzes.

Fazit

Das OpenFyde-Konzept, ChromiumOS ohne Google mit einem containerbasierten Linux-Subsystem und (in späteren Versionen) mit einem Android-System zu verheiraten, ist interessant. Das OS lässt sich bereits auf dem Raspberry Pi einsetzen, allerdings bislang fast ausschließlich mit webbasierten Anwendungen. Linux-Programme sind noch nicht vollständig in das Betriebssystem integriert. Die Android-Unterstützung befindet sich noch in einem experimentellen Stadium und fehlt daher in vielen Abbildern für Einplatinencomputer. Gleichwohl sollten Sie das Projekt im Auge behalten, wenn Sie diese drei Welten zusammenführen und dabei einen erhöhten Datenschutz ohne die zahlreichen Google-Dienste genießen möchten. (jlu) ■



4 Das Linux-Subsystem öffnen Sie im Terminal.

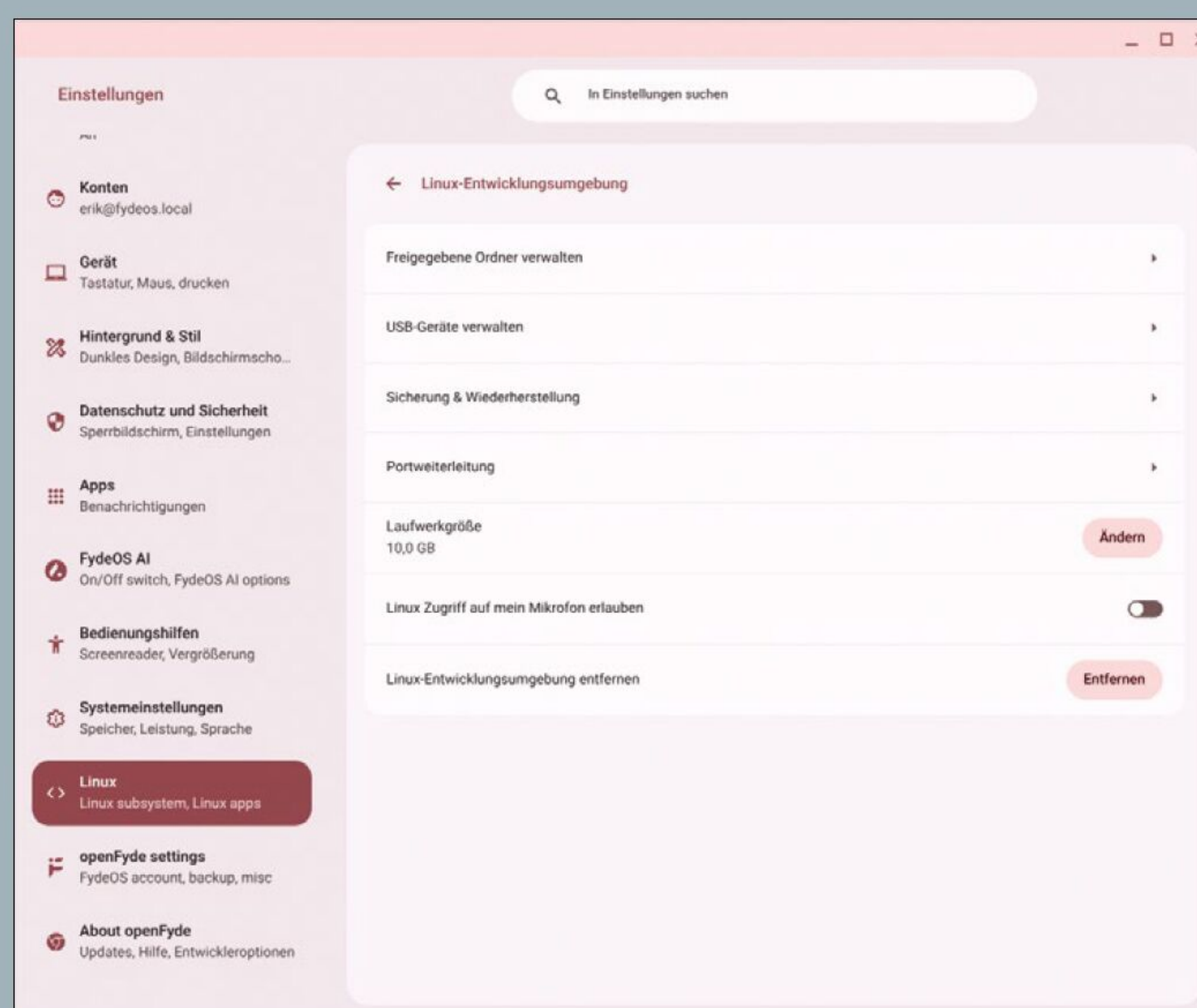
Dateien zum Artikel
herunterladen unter

www.linux-user.de/dl/52866



Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qr/52866



5 In den Linux-Einstellungen modifizieren Sie die Containerumgebung.



© Muhammad Awais / 123RF.com

Praxistest: Raspberry Pi AI HAT+ 2

Doktorhut

Chatbots sind derzeit en vogue. Für den Raspberry Pi 5 gibt es nun einen speziellen HAT, der sich auch für große Sprachmodelle eignet.

Erik Bärwaldt

KI-Assistenten kommen inzwischen in vielen Bereichen des täglichen Lebens zum Einsatz und erleichtern zunehmend den Arbeitsalltag, indem sie Routineaufgaben selbstständig erledigen. Kommerzielle KI-Assistenten laufen allerdings meist in der Cloud und sind bei professionellem Einsatz kostenpflichtig. Zusätzlich bleibt bei ihnen in aller Regel der Datenschutz auf der Strecke, denn die entsprechenden Sprachmodelle entstammen fast immer von US-Anbietern.

Doch es gibt mittlerweile KI-Sprachmodelle, die sich auf lokalen Infrastrukturen ausführen lassen und die keinen Cloud-Zugang benötigen. Doch einen Haken haben sie: Sie verlangen häufig eine exorbitante Rechenleistung, wie sie nur sündhaft teure Grafikkarten oder spezialisierte Hochleistungsprozessoren für Anwendungen der künstlichen Intelligenz bereitstellen. Herkömmliche PCs können zwar Chatbots und anwendungsspezifische kleinere Sprachmodelle ebenfalls ausführen, erreichen dabei jedoch

oft keine zufriedenstellende Geschwindigkeit. Häufig ist nur eine sehr eingeschränkte Nutzung möglich.

KI auf dem Pi

Der Raspberry Pi verfügt in der aktuellen fünften Generation endlich über die nötigen Hardwarekapazitäten, damit auch komplexere KI-Sprachmodelle zügig damit laufen. Die bei den älteren Varianten des britischen Kleincomputers vorhandenen Beschränkungen beim Arbeitsspeicher und den Schnittstellen sind inzwischen gefallen. Dank einer Arbeitsspeicherkapazität von 8 GByte und der endlich vorhandenen PCIe-Schnittstelle taugt der Einplatinenrechner nun auch für anspruchsvollere KI-Aufgaben.

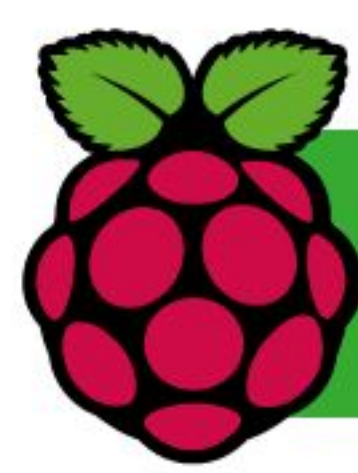
Zudem hat die Raspberry Pi Foundation rechtzeitig Zubehör entwickelt, mit dem Sie Ihren RasPi bei Bedarf speziell für Aufgaben der künstlichen Intelligenz aufrüsten. Damit lässt er sich universell nutzen, beispielsweise für industrielle Chatbots und Aufgaben der KI-gestützten Bilderkennung.

Durcheinander

Für den Raspberry Pi 5 hat die Foundation ein sogenanntes AI Kit vorgestellt, das aus dem M.2-HAT und einem KI-Modul

README

Künstliche Intelligenz und Machine Learning finden mehr Verbreitung. Wir testen den neuen, mit einer Hailo-10H-NPU versehenen Raspberry Pi AI HAT+ 2 für den RasPi 5.



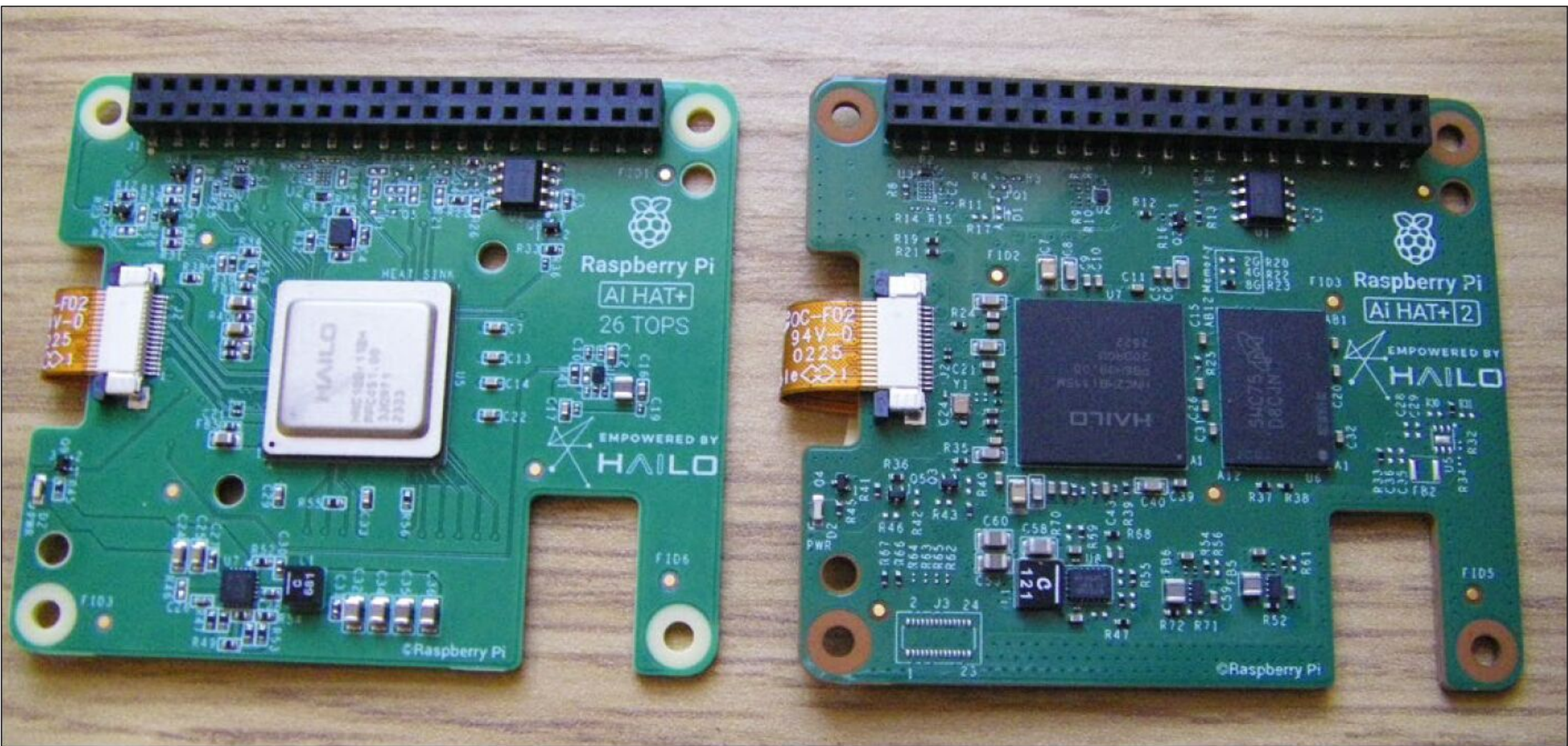
mit einem Prozessor der Firma Hailo besteht [🔗](#). Die M.2-Aufsteckplatine lässt sich universell einsetzen und kann auch andere Steckkarten aufnehmen, die über einen M.2-Anschluss verfügen, wie eine NVMe-SSD im 2230- oder 2242-Formfaktor. Der im AI Kit verwendete Hailo-8L-Prozessor verfügt über eine maximale Leistung von 13 **TOPS**. Das genügt beispielsweise für die Analyse eines Kamerabilds samt Objekterkennung bei 30 Bildern pro Sekunde in Echtzeit.

Dieses Modul wurde inzwischen durch die Aufsteckplatine AI HAT+ abgelöst, die ebenfalls mit einem Hailo-Prozessor bestückt ist [🔗](#). Der Unterschied zum Vorgänger besteht in der festen Verlotung der NPU auf der Platine. Den AI HAT+ gibt es neben der Variante mit Hailo-8L-Chip auch in einer Ausführung mit der Hailo-8-NPU. Sie verdoppelt die Leistung auf stolze 26 TOPS. Das ermöglicht es, hochauflösende Kamerabilder oder mehrere Videostreams simultan im Rahmen der Objekterkennung in Echtzeit zu analysieren. Die beiden Versionen des AI HAT+ positioniert der Hersteller daher auch für gewerbliche Sicherheitsanwendungen wie die kameragestützte Gelände- oder Gebäudeüberwachung.

Für die Anwendung mit Sprachmodellen als Chatbot eignet sich keines der beiden Aufsteckmodule, da sie nicht über ausreichend bemessenen Arbeitsspeicher verfügen. Nach Auslaufen der Produktion des M.2-HAT gibt es von Drittherstellern Lösungen mit technisch vergleichbarer Ausstattung, wie beispielsweise das Hailo-8-M.2-Modul [🔗](#) von Waveshare.

Der Champion

Vor wenigen Monaten hat die Raspberry Pi Ltd. den AI HAT+ 2 auf den Markt gebracht, der dieselben Abmessungen und das gleiche Layout aufweist wie sein Vorgänger, jedoch eine Hailo-10H-NPU mitbringt [🔗](#). Sie bietet eine Maximalleistung von 40 TOPS und eignet sich daher auch für Aufgaben des Deep Learning.



1 Hier muss man genau hinsehen, denn es besteht Verwechslungsgefahr: Links der einfachere RasPi AI HAT+ für Bilderkennungsaufgaben, rechts der universell einsetzbare RasPi AI HAT+ 2.

Der Prozessor verfügt zudem über ein DDR-Speicher-Interface, über das er die auf dem Modul verbauten 8 GByte Arbeitsspeicher anspricht. Damit lassen sich selbst komplexere 3B-Sprachmodelle auf dem RasPi flüssig ausführen **1**.

Ollama eignet sich hervorragend als Software zum Einsatz verschiedener großer Sprachmodelle auf dem Raspberry Pi. Allerdings verwendet die Ollama-Standardinstanz primär die CPU und spricht die Hailo-NPU nicht von sich aus an. Eine Hailo-Ollama-Brücke beseitigt dieses Manko, sodass die Sprachmodelle auch auf die 8 GByte integrierten Arbeitsspeicher auf dem AI HAT+ 2 zugreifen können. Dazu gilt es in jedem Fall, die PCIe-Schnittstelle des Raspberry Pi auf den PCIe-Gen-3-Modus zu schalten.

Installation

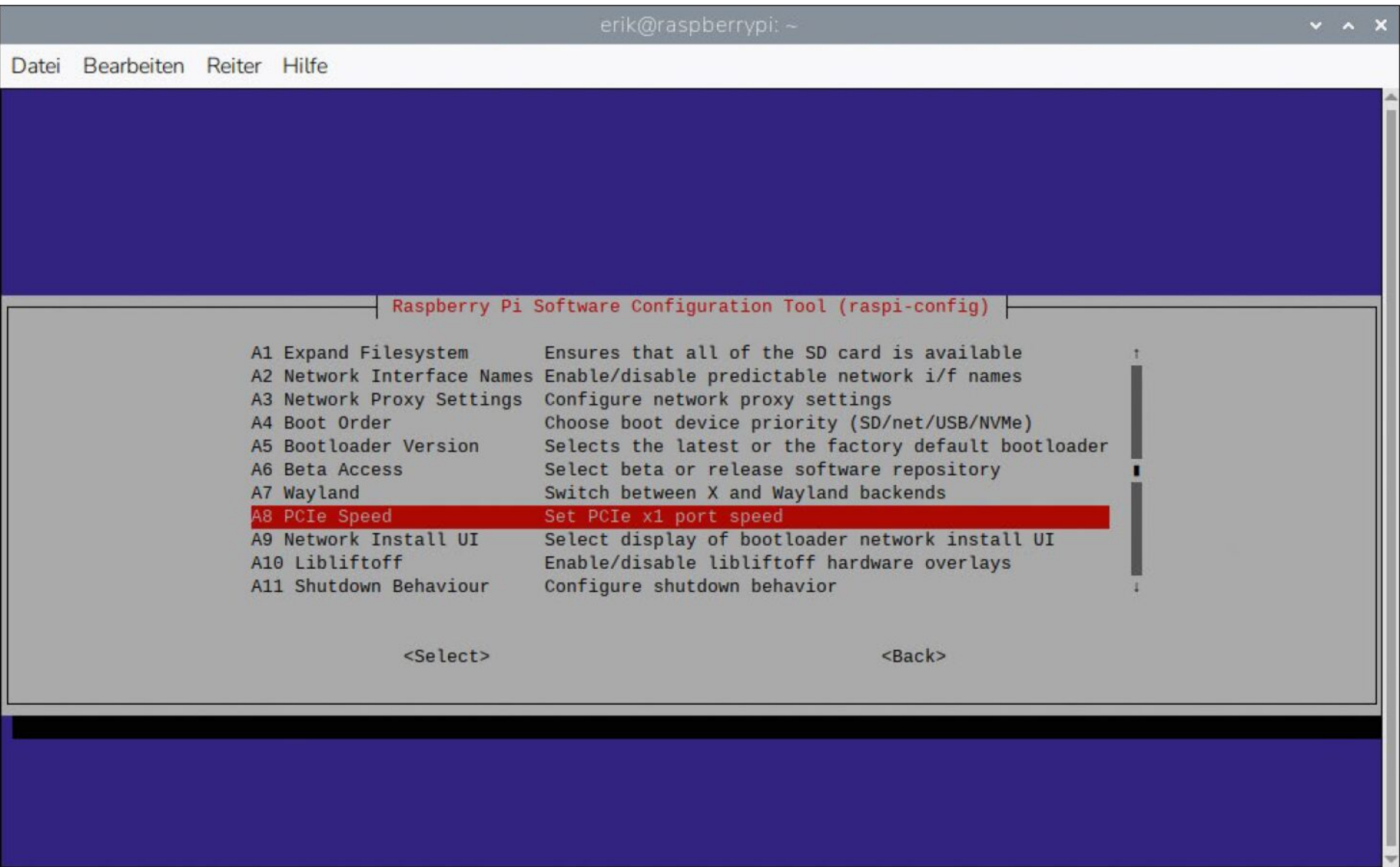
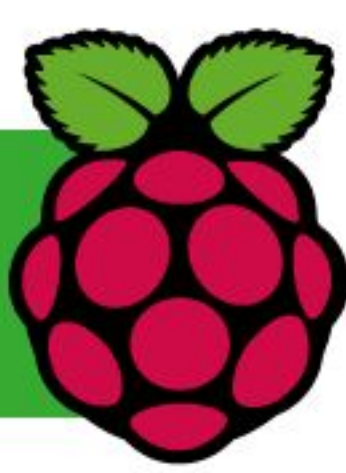
Wir erhalten den Raspberry Pi AI HAT+ 2 im gewohnten kleinen Karton vom RasPi- und KI-Lösungsspezialisten Pi3g [🔗](#) aus Leipzig. Der Anbieter hält neben dem britischen Kleincomputer in unterschiedlichen Varianten ein großes Portfolio an Zubehör bereit und bietet als offizieller Partner der Raspberry Pi Ltd. kompetente Projektunterstützung und Support.

Der Lieferumfang umfasst neben der eigentlichen Aufsteckplatine einen Kühlkörper, eine GPIO-Distanzleiste, vier Abstandhalter und acht Schrauben zur Befestigung des Moduls auf der Platine des Raspberry Pi 5. Wie bei der einfacheren

TOPS: Trillion/Tera Operations per Second. Billionen Rechenoperationen pro Sekunde.

Listing 1: Firmware aktualisieren

```
01 $ sudo reboot
02 $ sudo apt full-upgrade -y
03 $ sudo rpi-eeprom-update -a
04 $ sudo reboot
05 [...]
06 $ sudo apt install dkms
07 $ sudo apt install hailo-h10-all
08 $ sudo reboot
09 [...]
10 $ hailortcli fw-control identify
```

2 Als erste Vorbereitung für den Betrieb des AI HAT+ 2 empfiehlt sich die Aktivierung von PCIe Gen 3.

AI-HAT+-Variante bestehen die Schrauben und Abstandshalter aus billigstem Kunststoff; Sie sollten sie deshalb bei der Montage vorsichtig behandeln. Die Platine lässt sich mithilfe des mitgelieferten Materials problemlos auf dem Raspberry Pi montieren. Für den passiven Kühlkörper müssen Sie zunächst die Schutzfolie über den beiden kleinen Wärmeleitpads abziehen. Anschließend bringen Sie ihn mithilfe der beiden gefederten Befestigungsbolzen auf dem KI-Modul an.

Programmatisches

Haben Sie die Hardware montiert, legen Sie zunächst einen Wechseldatenträger

als Bootmedium mit der neuesten Variante von Raspberry Pi OS an. Letztere beziehen Sie direkt von der Homepage des Herstellers [\[Link\]](#). Anschließend starten Sie den RasPi von diesem Wechseldatenträger aus neu.

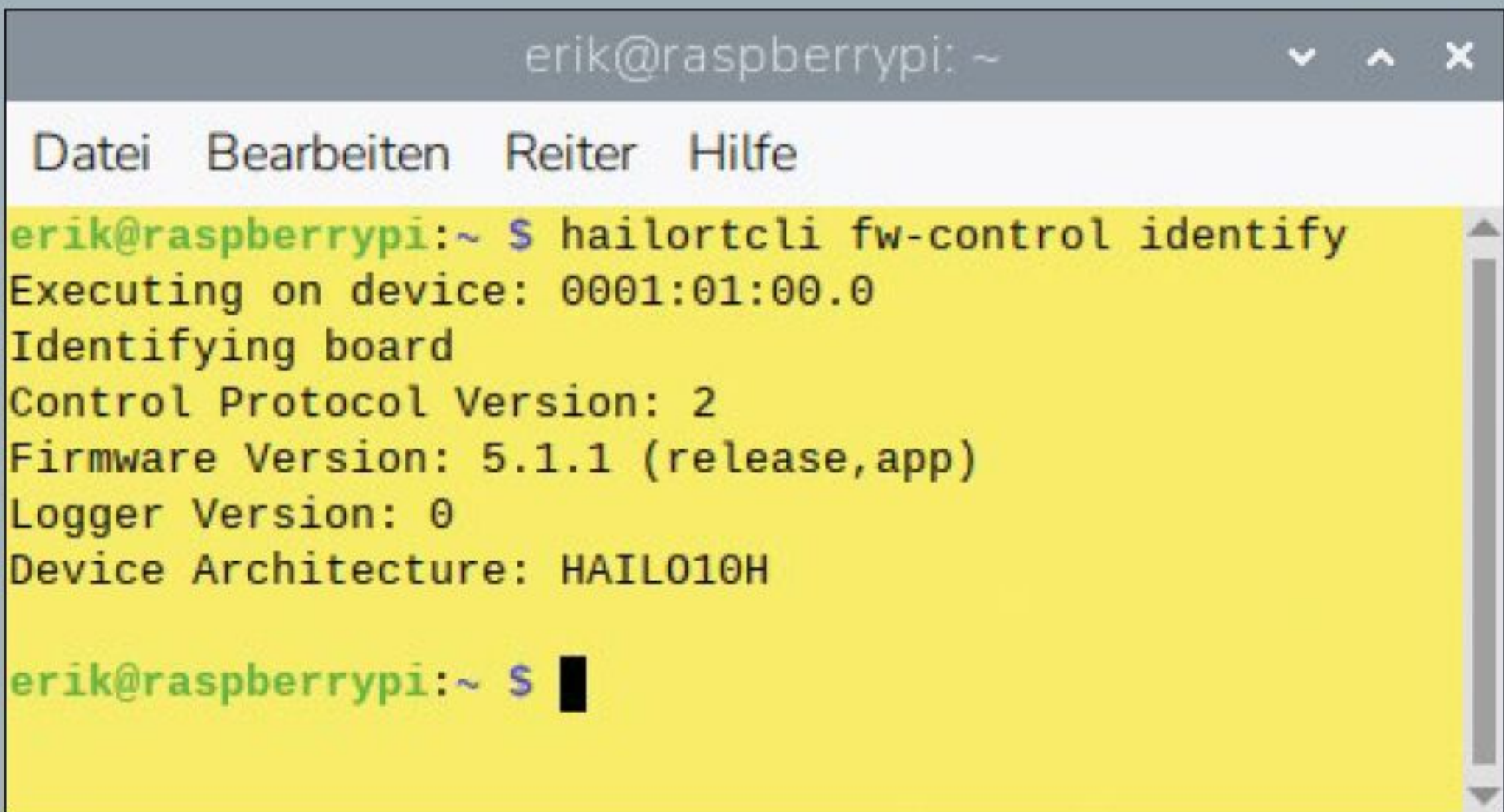
Nach Abschluss der Grundkonfiguration mithilfe des Assistenten prüfen Sie zunächst, ob die PCIe-Schnittstelle korrekt eingestellt ist. Dazu öffnen Sie das Terminal und geben am Prompt das Kommando `sudo raspi-config` ein. Im sich öffnenden Ncurses-Dialog wählen Sie unter *Advanced Options* aus der Auswahl die Option *PCIe Speed*. Im folgenden Dialog aktivieren Sie *PCIe Gen 3* **2**.

Mittels eines Warmstarts sorgen Sie dann dafür, dass die neue Einstellung greift ([Listing 1](#), erste Zeile). Nach dem Laden des Desktops öffnen Sie das Terminal und aktualisieren das System (Zeile 2) sowie die Firmware (Zeile 3). Anschließend nehmen Sie einen weiteren Warmstart vor (Zeile 4).

Nach dem erneuten Hochfahren gilt es, die für den AI HAT+ 2 gedachten Softwarepakete zu installieren. Dazu gehören der passende Kernel-Treiber, die Firmware und eine Reihe weiterer Werkzeuge und Bibliotheken. Bitte berücksichtigen Sie, dass Sie für die Hailo-8-NPU und die Hailo-10-NPU unterschiedliche Pakete benötigen, die sich nicht simultan im System nutzen lassen.

Öffnen Sie deshalb erneut das Terminal und installieren Sie den Kernel-Treiber sowie die weiteren benötigten Pakete ([Listing 1](#), Zeile 6 und 7). Nach einem abschließenden Warmstart (Zeile 8) prüfen Sie, ob die NPU erkannt wurde und verfügbar ist (letzte Zeile). Die Ausgabe im Terminal zeigt dabei die Versionsnummern der geladenen Module und den Typ der NPU an **3**.

Haben Sie diese Schritte erfolgreich vollzogen, können Sie damit beginnen, die Infrastruktur zur Verwendung großer Sprachmodelle zu installieren. Der her-



3 Sie können sofort überprüfen, ob das Aufsteckmodul mit der Hailo-NPU korrekt angesprochen wird.

kömmliche Ollama-Server erkennt die Hailo-NPU nicht und arbeitet deswegen nur mithilfe der von der CPU bereitgestellten Ressourcen. Daher ist es nötig, einen speziellen Hailo-Ollama-Server zu installieren. Er lässt sich mit vorgefertigten Hailo-Sprachmodellen einsetzen, die zum Umfang des Server-Pakets zählen.

Ollama einrichten

Laden Sie das Debian-Paket *Hailo Model Zoo GenAI* herunter und wechseln Sie in das entsprechende Zielverzeichnis. Anschließend integrieren Sie das Paket mithilfe des Kommandos aus der ersten Zeile von [Listing 2](#) in die laufende Betriebssysteminstanz. Damit ist die Grundinstallation abgeschlossen.

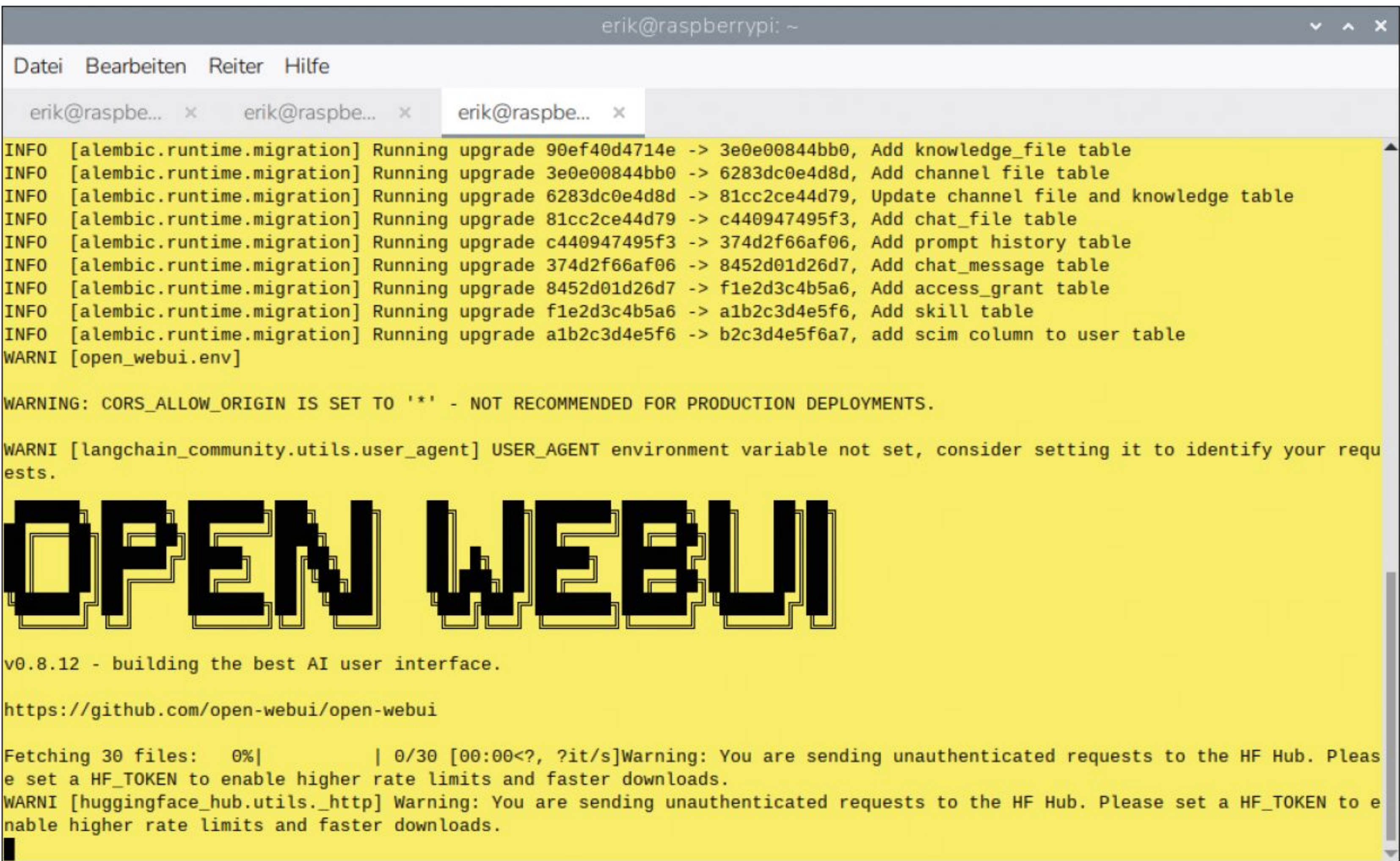
Sie starten nun den Ollama-Server am Prompt mit dem Befehl aus der zweiten Zeile des Listings und lassen sich eine Liste der verfügbaren Sprachmodelle anzeigen (Zeile 3). Möchten Sie eines der Modelle herunterladen, erledigen Sie das mittels Curl (Zeile 4 ff.), wobei Sie den Parameter "*ModelName:Tag*" (Zeile 6) durch das gewünschte Sprachmodell ersetzen. Sie sollten die Sprachmodelle auf jeden Fall sofort herunterladen, damit sie später beim Start der Weboberfläche schon zur Verfügung stehen.

Statt über das Web-Interface könnten Sie Abfragen theoretisch auch am Prompt ausführen. Damit würden Sie sich jedoch eine extrem kryptische Befehlseingabe und eine unübersichtliche Ausgabe einhandeln. Daher verwenden Sie Ollama am besten mit der Open-WebUI-Oberfläche. Sie erleichtert den Umgang mit dem Chatbot enorm.

Open WebUI

Um Open WebUI zu verwenden, müssen Sie zunächst Docker als Containerumgebung installieren. Dazu integrieren Sie im ersten Schritt mit den Befehlen aus [Listing 3](#) das Docker-Apt-Repository in Ihr System. Das Kommando aus der letzten Zeile prüft die korrekte Anlage der Datei `docker.sources`.

Anschließend aktualisieren Sie erneut das System ([Listing 4](#), erste Zeile). Im nächsten Schritt installieren Sie dann die Docker-Umgebung (zweite Zeile) und starten den Docker-Service (Zeile 3). Ab-



4 Das komfortable Web-Frontend Open WebUI starten Sie als Docker-Container.

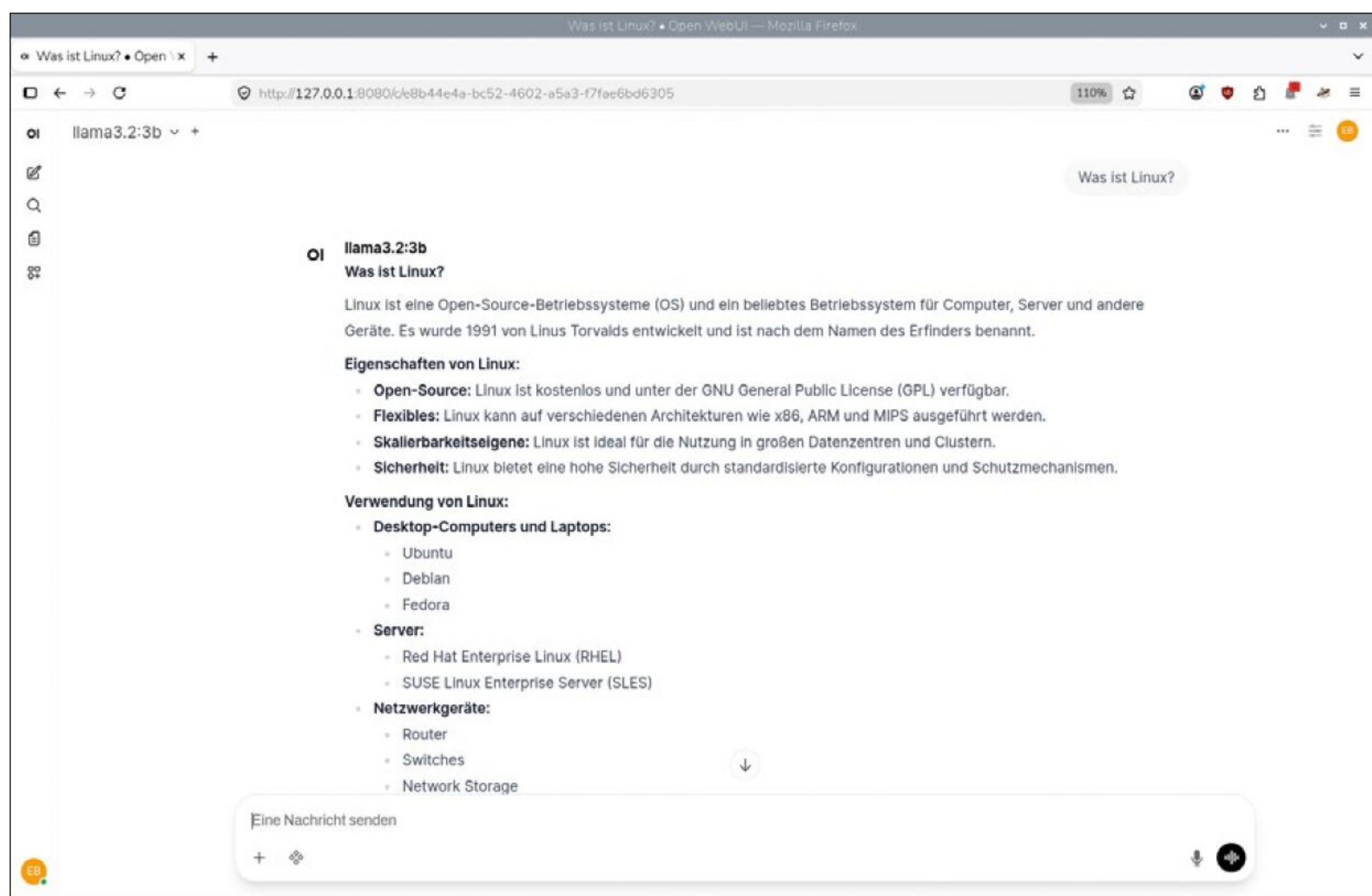
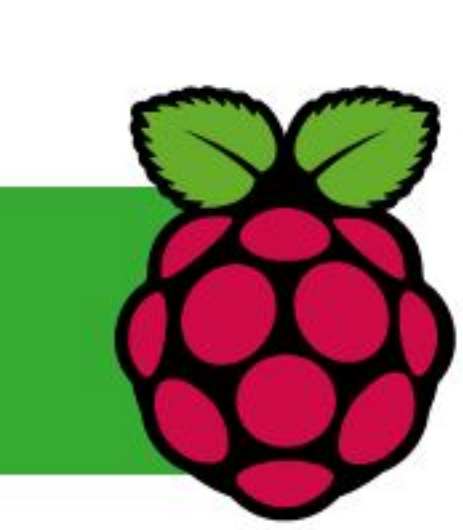
schließend richten Sie noch eine Gruppe namens *docker* ein (Zeile 4) und fügen den aktuellen Benutzer dieser Gruppe hinzu (Zeile 5). Danach melden Sie sich ab und wieder an und prüfen die korrekte Funktion von Docker (Zeile 6).

Listing 2: LLM-Infrastruktur

```
01 $ sudo dpkg -i hailo_gen_ai_model_zoo_5.1.1_arm64.deb
02 $ hailo-ollama
03 $ curl --silent http://localhost:8000/hailo/v1/list
04 $ curl --silent http://localhost:8000/api/pull \
05   -H 'Content-Type: application/json' \
06   -d '{ "model": "ModelName:Tag", \
07     "stream" : true }'
```

Listing 3: Docker-Repository integrieren

```
$ sudo apt update
$ sudo apt install ca-certificates curl
$ sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
$ sudo curl \
  -fsSL https://download.docker.com/linux/debian/gpg \
  -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
$ sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
$ sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.sources <<EOF
Types: deb
URIs: https://download.docker.com/linux/debian
Suites: $(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME")
Components: stable
Signed-By: /etc/apt/keyrings/docker.asc
EOF
$ cat /etc/apt/sources.list.d/docker.sources
```

5 In der Open-WebUI-Oberfläche lässt sich der Chatbot bequem ansprechen.

Zu guter Letzt richten Sie Open WebUI selbst ein. Der Befehl aus der ersten Zeile von Listing 5 integriert es in die Containerumgebung. Starten Sie anschließend eine Ollama-Instanz (Zeile 2) und dann den Open-WebUI-Container, der gleichzeitig mit Ollama verbunden wird (Zeile 3 bis 8). Mit dem Befehl aus der letzten Zeile des Listings überwachen Sie den Fortgang der Installation 4.

Verwendung

Öffnen Sie einen Webbrowser und geben Sie als URL <http://127.0.0.1:8080> ein. In der daraufhin startenden Open-WebUI-Oberfläche legen Sie per Assistent ein lokales Administratorkonto an. Aus dem sich öffnenden Hinweisfenster gelangen Sie mit einem Klick auf *Okay, los geht's!* in den eigentlichen Chatbot.

Dort laden Sie als Erstes ein Sprachmodell. Dazu klicken Sie oben links auf den Link *Wählen Sie ein Modell* und im sich öffnenden Kontextmenü auf *Verbindungen verwalten*. Im folgenden Dialog *Einstellungen* präsentiert Open WebUI eine Liste möglicher Verbindungen. Sie umfasst die bereits auf der Kommandozeile lokal installierten Sprachmodelle, von denen Sie nun eines aktivieren.

Das gewählte LLM erscheint mittig im Dialogbereich des Fensters und Sie können Ihre erste Frage eingeben. Die erste Antwort des Chatbots lässt etwas auf sich warten, die folgenden werden dann dank der Unterstützung durch die Hailo-NPU erstaunlich schnell generiert 5. Die Ausgaben des Chatbots lassen sich bei Bedarf mithilfe der am unteren Rand des Dialogfensters eingeblendeten Steuersymbole direkt weiterverarbeiten.

Fazit

Der AI HAT+ 2 mit entsprechend angepassten Sprachmodellen beschleunigt die Ausgabe des Chatbots auf dem Raspberry Pi 5 deutlich. Es empfiehlt sich allerdings, die KI wegen der benötigten großen Speicherkapazitäten auch nur mit großen Massenspeichern zu verwenden.

Die Anzahl der verfügbaren Sprachmodelle ist derzeit noch ziemlich überschaubar. Außerdem eignet sich der AI HAT+ 2 mit seinen 8 GByte Arbeitsspeicher auf der Hailo-Platine maximal für 3B-Modelle, also solche mit 3 Milliarden Parametern. Damit lässt sich das System bereits produktiv verwenden. Für große Sprachmodelle wie allgemeine Chatbots bietet der AI HAT+ 2 für einen flüssigen Betrieb jedoch nach wie vor nicht genügend Leistung. (jlu) ■

Listing 4: Docker einrichten

```
01 $ sudo apt update
02 $ sudo apt install docker-ce
    docker-ce-cli containerd.io
    docker-buildx-plugin
    docker-compose-plugin
03 $ systemctl start docker
04 $ sudo groupadd docker
05 $ sudo usermod -aG docker $USER
06 $ docker run hello-world
```

Dateien zum Artikel
herunterladen unter
www.linux-user.de/dl/53461



Weitere Infos und
interessante Links
www.linux-user.de/qr/53461

Listing 5: Open WebUI einrichten

```
$ docker pull ghcr.io/open-webui/open-webui:main
$ hailo-ollama
$ docker run -d \
    -e OLLAMA_BASE_URL=http://127.0.0.1:8000 \
    -v open-webui:/app/backend/data \
    --name open-webui --network=host \
    --restart always \
    ghcr.io/open-webui/open-webui:main
$ docker logs open-webui -f<
```




SICHERN SIE SICH JETZT IHR GESCHENK!

EIN AMAZON-GUTSCHEIN ÜBER 5,00 €



**42%
Rabatt**

**TESTEN SIE
3 AUSGABEN
FÜR 21,00 €**

OHNE DVD 17,00 €

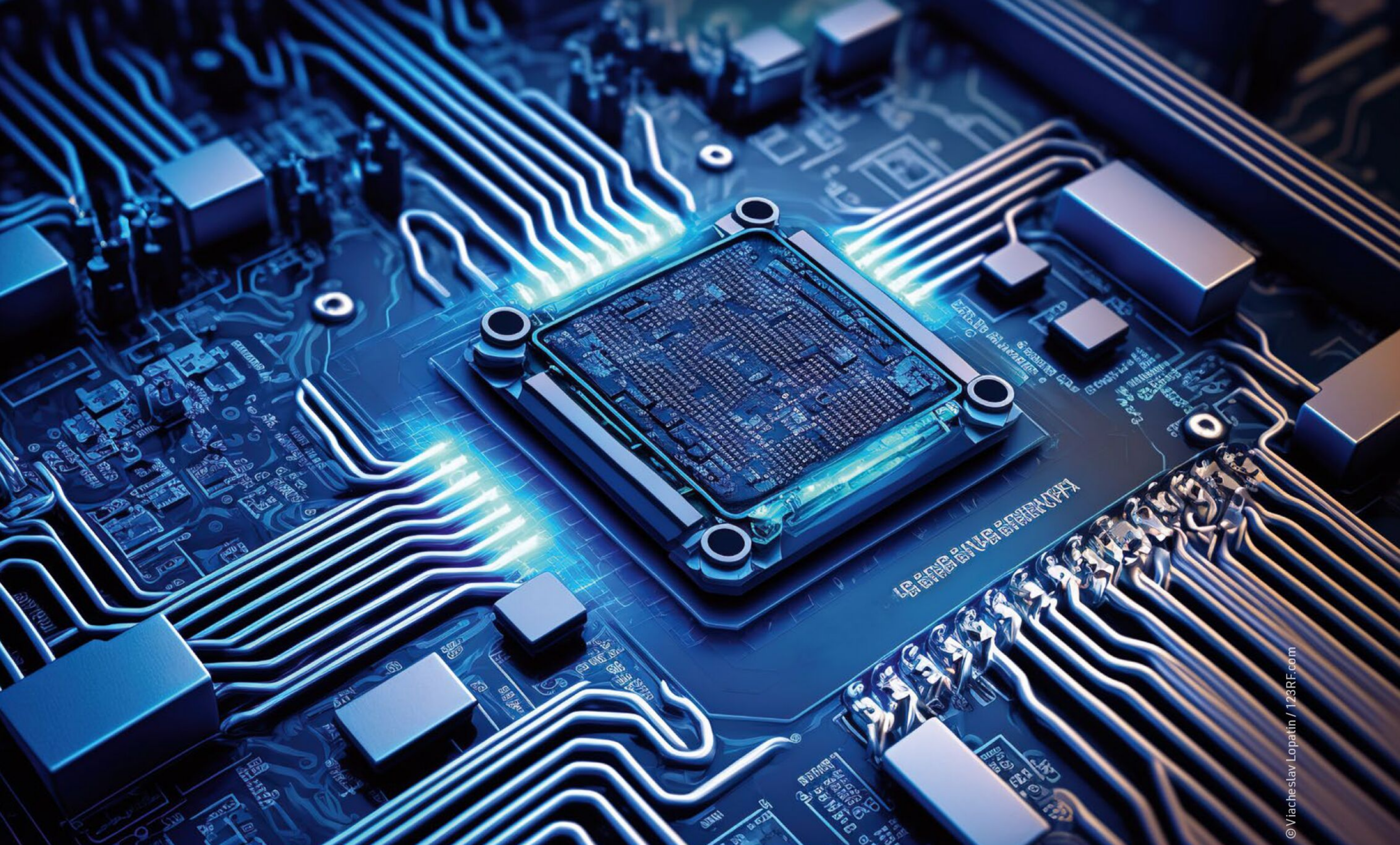
ABO-VORTEILE

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

Telefon: 0911 / 9939 90 98

E-Mail: computec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.linux-magazin.de



© Viacheslav Lopatin / 123RF.com

Systeminformationen und Benchmarks mit Hardinfo2

Informationsflut

Viele Anwender wissen nicht genau, was in ihrem Computer steckt. Hardinfo2 liefert umfassende Systeminformationen und ermöglicht detaillierte Benchmarks. Erik Bärwaldt

Für viele Anwender ist die Hardware in ihrem Computer ein Buch mit sieben Siegeln. Programme zur Anzeige detaillierter Systeminformationen wie Inxi oder Hwinfo laufen auf der Kommandozeile und benötigen zur übersichtlicheren Darstellung der Informationen die Eingabe verschiedener Parameter, was insbesondere für Einsteiger umständlich ist. Die mit den grafischen Arbeitsflächen gelieferten Werkzeuge dagegen bieten nur wenige und grundlegende Informationen. Abgesehen von der meist klar benannten CPU lässt sich oft nicht erkennen, welche Komponenten tatsächlich im Computer verbaut sind.

Diesem Manko hilft das grafische Werkzeug Hardinfo2 [ab](#), das im Schatten

anderer Programme zur Anzeige der Hardware bislang wenig Beachtung fand. In den Repositories der meisten gängigen Linux-Derivate ersetzt es sukzessive das ältere Hardinfo. Den Vorgänger gibt es zwar immer noch, er liefert aber in einigen Bereichen wie der Benchmark-Suite inzwischen überwiegend veraltete Informationen. Beim Fehlen einer grafischen Arbeitsoberfläche lässt sich Hardinfo2 auch am Prompt einsetzen.

Installation

Die gängigen Distributionen führen Hardinfo2 in den Paketquellen, sodass Sie es meist bequem mithilfe eines grafischen Frontends installieren. Auf der GitHub-Seite des Projekts [erhalten Sie](#) zudem den Quellcode und Links zu kompilierten Paketen für weniger populäre Linux-Derivate. Die Installationsroutine legt einen Starter in der Menühierarchie der Arbeitsumgebung an, sodass Sie die Software per Mausklick aufrufen.

README

Detaillierte Systeminformationen, die sich auch für die Inventarisierung in Unternehmen nutzen lassen, sind unter Linux nur schwer erhältlich. Hardinfo2 hilft diesem Mangel mit detaillierten Informationen zur Hardware ab und packt Benchmarks sowie einen Berichtsgenerator obendrauf.

Hardinfo2 löst das inzwischen überholt wirkende Interface von Hardinfo durch ein modernes und frischer wirkendes Design ab **1**. Dabei folgt die Bedienphilosophie gängigen Standards: Links im Programmfenster finden Sie eine Steuerleiste mit den einzelnen Systemkomponenten, detaillierte Informationen sehen Sie rechts daneben.

Nach dem Aufruf des Programms gelangen Sie zunächst in die *Zusammenfassung*, die lediglich einen groben Überblick über das Computersystem und seine wichtigsten Komponenten bietet.

Software

Die übergeordnete Kategorie *Computer* fasst zahlreiche Informationen zu Einstellungen des Betriebssystems zusammen. So finden Sie im Bereich *Sicherheit* die Firewall-Settings und unter *Betriebssystem* Details zur verwendeten Distribution. Die geladenen *Kernel-Module* sehen Sie in der gleichnamigen Gruppe ein.

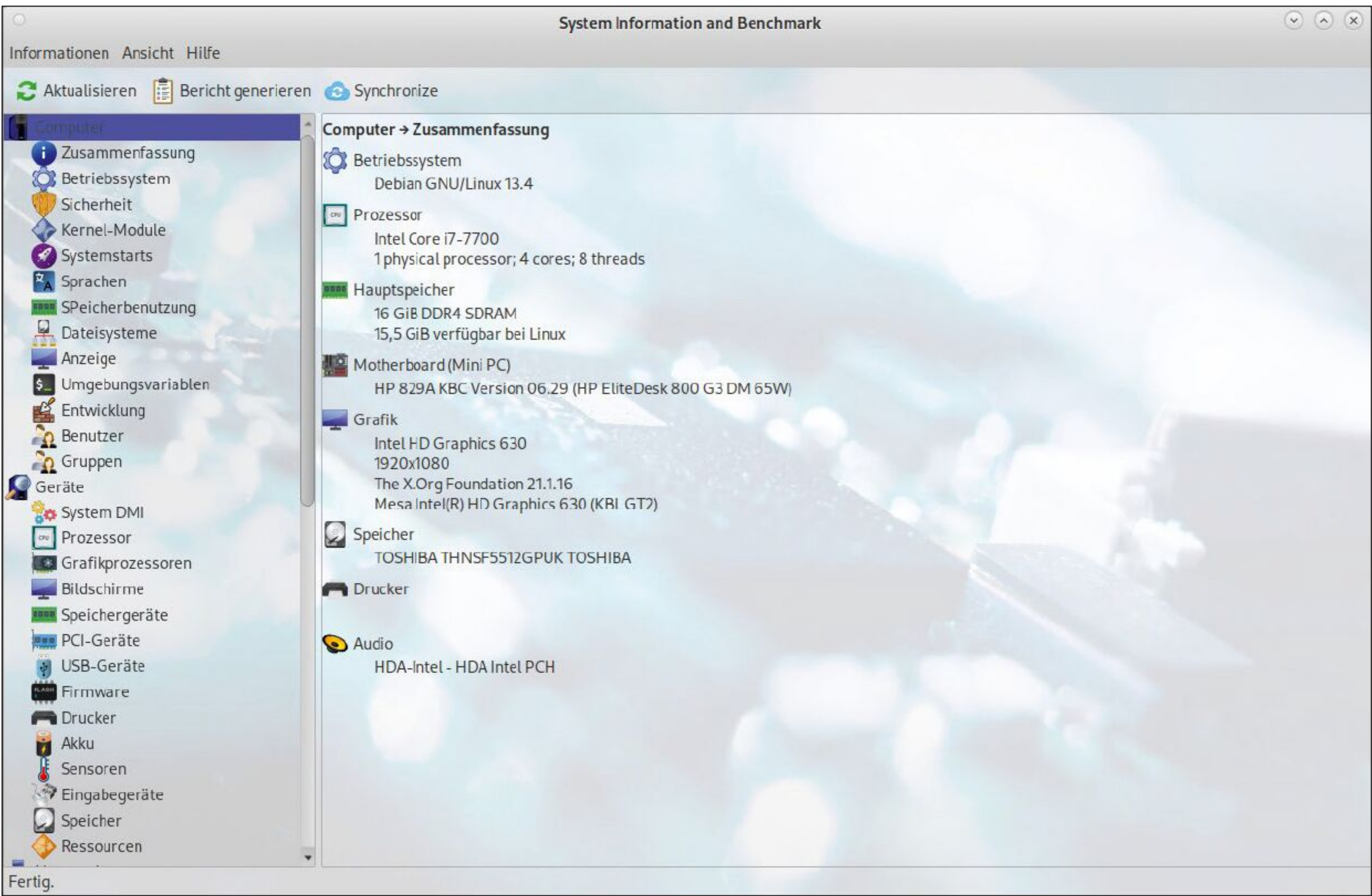
Zusätzlich erhalten Sie Details zu Benutzern und Gruppen, Hinweise zum verwendeten Display- und Fenstermanager, Infos zur Speichernutzung sowie eine Liste der auf den Massenspeichern eingerichteten Dateisysteme.

In der Gruppe *Systemstarts* blendet Hardinfo2 die genauen Daten zu den protokollierten Systemstarts ein, inklusive der jeweils dabei genutzten Kernel-Version. Auf diese Weise erkennen Sie auf einen Blick, wann das letzte Kernel-Update ausgeführt wurde.

Hardware

Diese stark auf Softwareeinstellungen fokussierende Ansicht ergänzt Hardinfo2 in der Hauptgruppe *Geräte* mit Informationen zur Hardware. Diese Gruppe zeigt detaillierte Informationen zu den im Computersystem verbauten Komponenten und, sofern vorhanden, externer Hardware wie USB-Wechseldatenträgern. Bei mobilen Systemen finden Sie außerdem Details zum Akku. Zu den jeweiligen Informationen bietet die Anwendung auch Links zu externen Quellen.

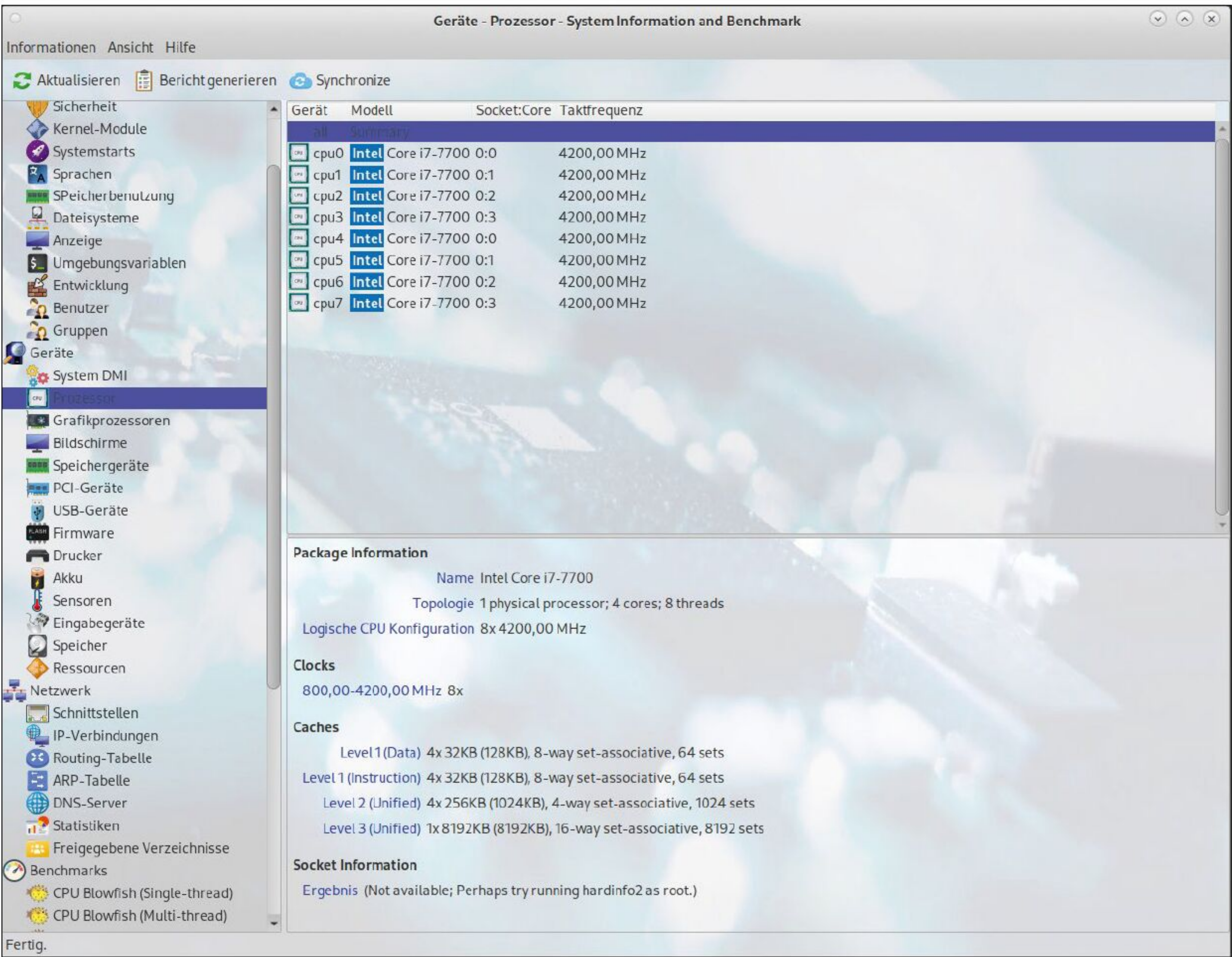
Die gebotenen Detailinformationen helfen dabei, eventuelle Problemquellen im Computersystem zu lokalisieren. Beispielsweise können Sie bei einem Laptop



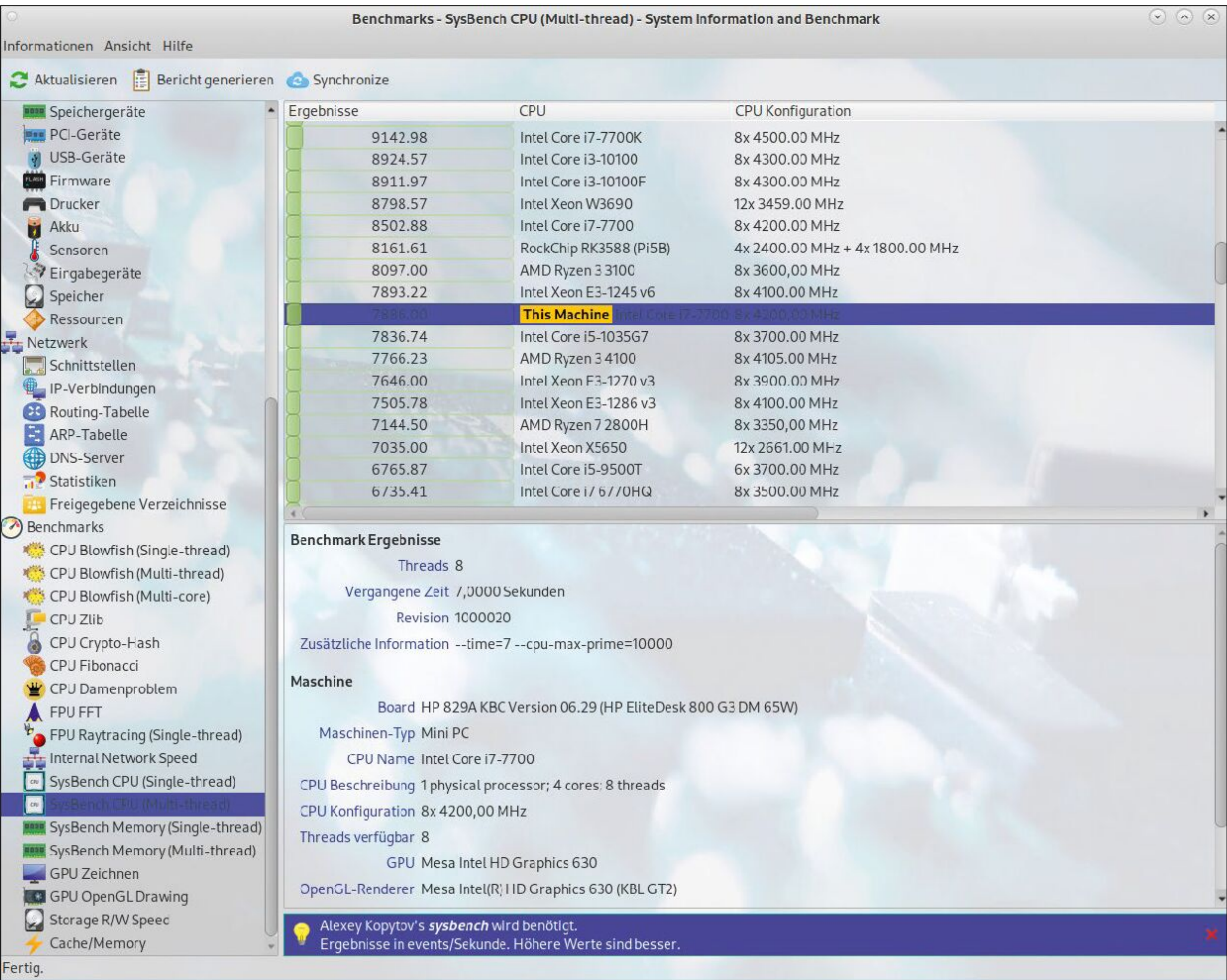
1 Das Programmfenster folgt gestalterisch konventionellen Vorgaben.

den Zustand des eingebauten Akkus überprüfen. Die Gruppe *Sensoren* bietet Informationen über alle im System verbauten Temperatursensoren und erteilt so Auskunft über mögliches Überhitzen von Hardwarekomponenten.

Bei allen Anzeigen führt die Anwendung rechts oben im Fenster die jeweiligen Bauteile mit Hersteller, Typenbezeichnung und weiteren grundlegenden



2 Die Informationen fallen sehr detailreich aus, bleiben aber trotzdem übersichtlich.

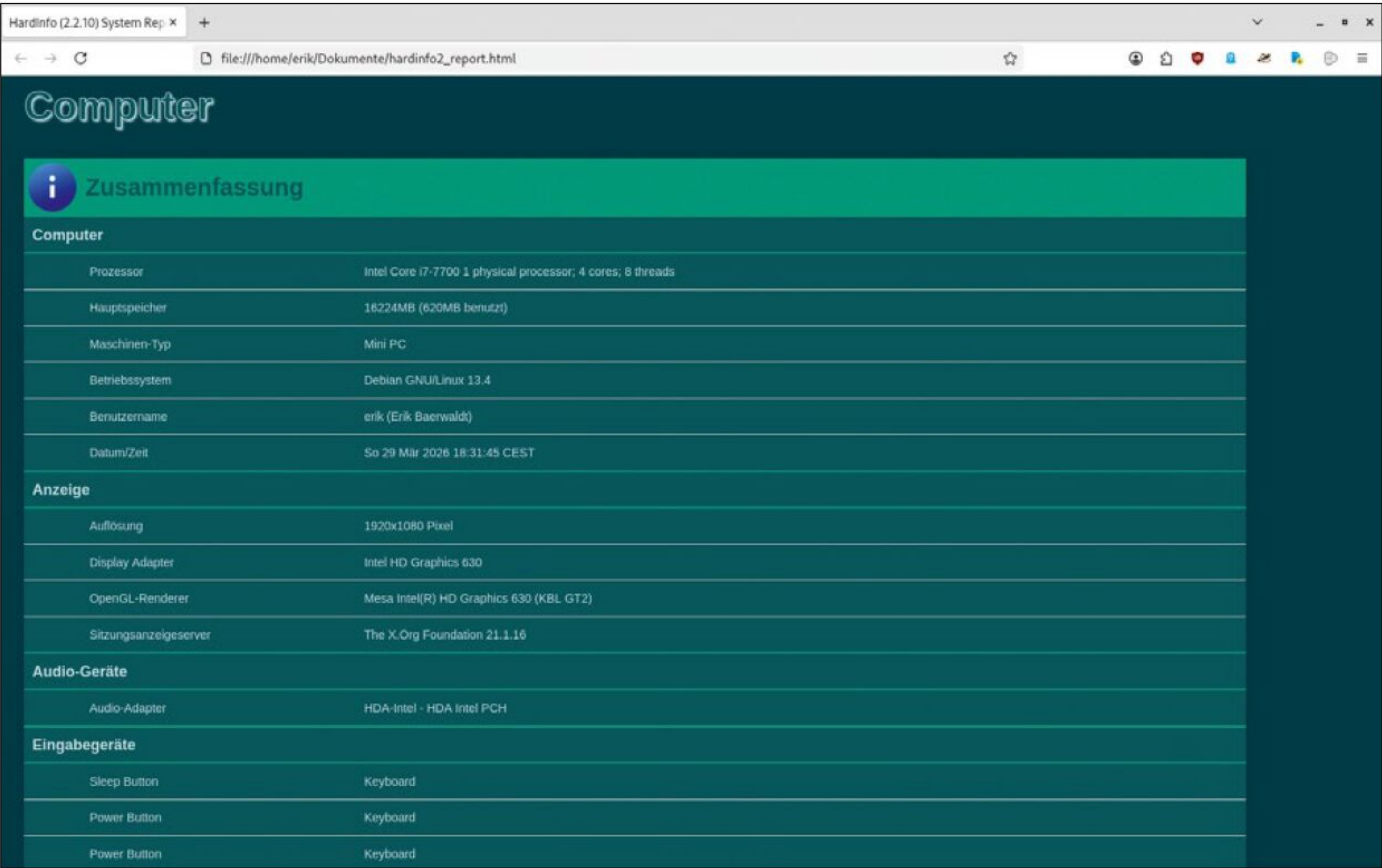


3 Über Benchmarks vergleichen Sie die Leistung Ihres Systems mit der anderer Rechner.

technischen Daten auf, wie beispielsweise der Taktfrequenz oder der Speicherkapazität. Im Bereich darunter erscheinen Detailinformationen 2.

Netzwerk

In der Gruppe *Netzwerk* finden Sie Informationen zu den im Rechner vorhandenen Schnittstellen auf Hardwarebasis



4 Hardinfo2 generiert auf Wunsch einen detaillierten Bericht zur verbauten Hardware.

sowie Daten zu verschiedenen Diensten und Protokollen. So können Sie beispielsweise Details zum DNS-Server des Netzzugangs oder zur Routing-Tabelle ermitteln. Sind auf Serversystemen Verzeichnisse zum Einsatz im lokalen Netz freigegeben, listet Hardinfo2 sie ebenfalls auf. So spüren Sie Fehlkonfigurationen leichter auf.

Benchmarks

Wie sein Vorgänger Hardinfo kommt Hardinfo2 mit einer ganzen Reihe von Benchmarks zum Testen der Systemgeschwindigkeit unter verschiedenen Bedingungen. Die Leistungsmessungen berücksichtigen neben der CPU auch Hardwarekomponenten wie die GPU, die Massenspeicher und den Arbeitsspeicher. Die interne Übertragungsgeschwindigkeit der Netzwerkkomponenten kann Hardinfo2 ebenfalls prüfen.

Nach Anschluss des jeweiligen Benchmarks sehen Sie die Detailinformationen zur untersuchten Komponente im Bereich unten rechts, während im oberen Teil des Fensters Leistungswerte anderer Computersysteme zum direkten Vergleich erscheinen 3. Beim Starten der Leistungstest für den Grafikprozessor öffnet Hardinfo2 zudem ein gesondertes Fenster, das den Bildaufbau anzeigt.

Beachten Sie, dass Tastatureingaben und Mausbewegungen während des Benchmarks das Testergebnis verfälschen. Zum Teststart erscheint eine entsprechende Warnmeldung.

Berichte erstellen

Nicht nur beim Einsatz in Unternehmen ist es nützlich, einen detaillierten Überblick über installierte Hardwarekomponenten zu haben. Eine entsprechende Inventarisierung hilft beispielsweise beim Verkauf gebrauchter Hardware. Hardinfo2 bietet dazu einen flexibel einsetzbaren Berichtsgenerator.

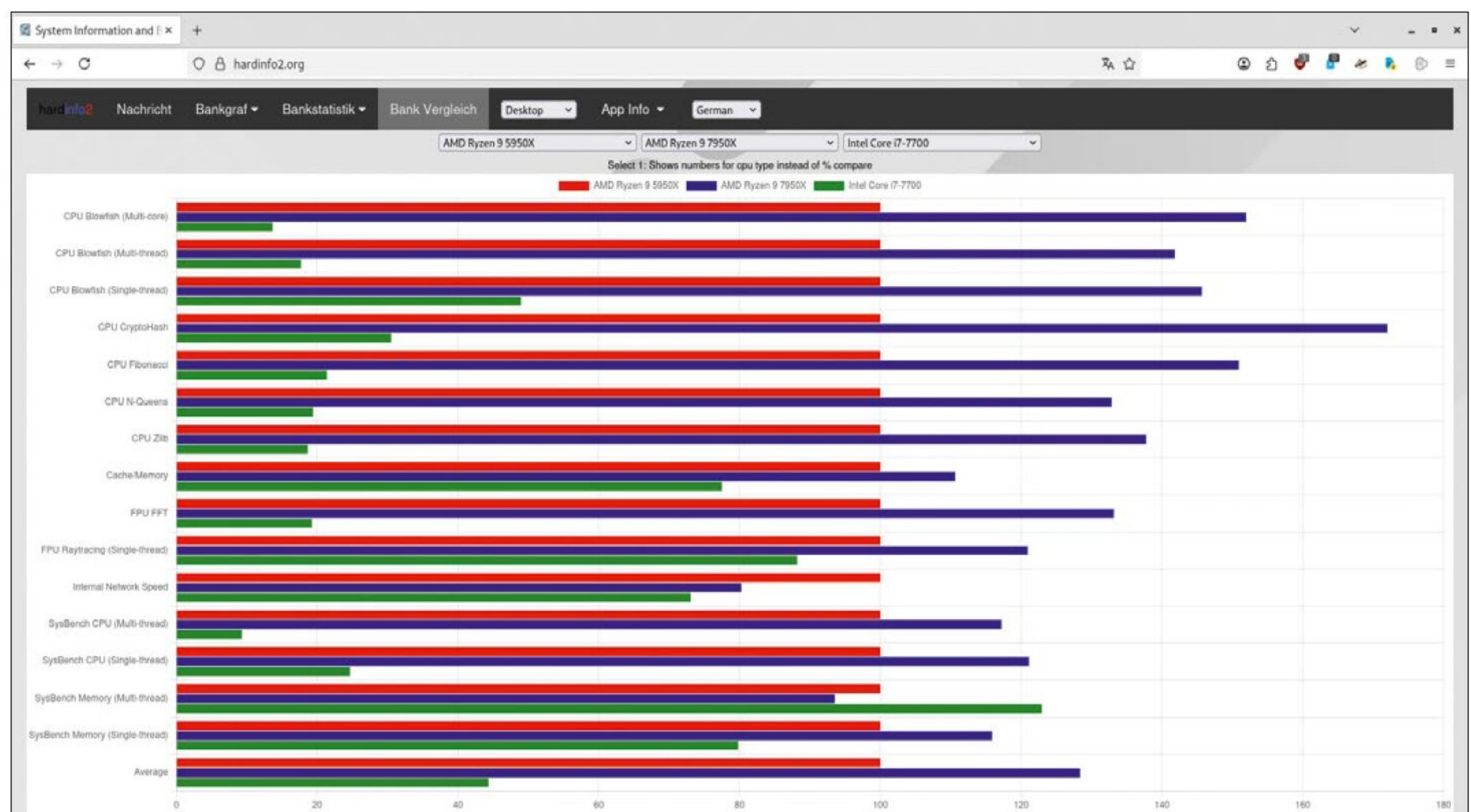
Mit einem Klick auf den Button *Bericht generieren* öffnen Sie einen Konfigurationsdialog, der die Auswahl der zu katalogisierenden Komponentengruppen erlaubt. Voreingestellt deckt Hardinfo2 sämtliche verfügbaren Kategorien ab und bezieht sie in den Bericht mit ein. Um einzelne Gruppen abzuwählen, ent-

fernen Sie das entsprechende Häkchen vor dem Gruppennamen. Beachten Sie, dass ausgewählte Benchmarks auch bei der Berichtsgenerierung komplett durchlaufen. Dadurch kann sich das Erstellen des Reports in die Länge ziehen.

Nach einem Klick auf die Schaltfläche *Generieren* unten rechts im Konfigurationsdialog bestimmen Sie einen Zielpfad und den Dateinamen sowie das Ausgabeformat für den Bericht. Zur Auswahl stehen die Formate HTML und TXT. Nach dem Klick auf *Speichern* fertigt Hardinfo2 den Bericht an **4**.

Anschließend können Sie die Daten mit jeder gängigen Textverarbeitung oder jedem Webbrowser einsehen.

Hardinfo2 bietet zudem die Möglichkeit, die ermittelten Benchmark-Ergebnisse mit einer öffentlich zugänglichen Datenbank auf der Projektseite abzugleichen. Dazu wählen Sie aus der Datenbank drei verschiedene Komponenten aus derselben Gruppe zum Vergleich aus und lassen Hardinfo2 die Ergebnisse anhand einer Balkengrafik visualisieren **5**. Die geringere Anzahl der zu vergleichenden Komponenten hilft, einen besseren Überblick zu erhalten.



5 Benchmark-Ergebnisse lassen sich in einer Datenbank auf der Projektseite miteinander vergleichen.

Fazit

Hardinfo2 ist ein vielseitiges Tool zur Visualisierung von Computerhardware sowie wichtiger Systemkomponenten. Daneben gestattet es, anhand standardisierter Benchmarks Leistungsmessungen vorzunehmen und sie zu vergleichen. Die Resultate lassen Rückschlüsse auf Fehlkonfigurationen oder defekte Hardware zu. Dank der Berichtsfunktion eignet Hardinfo2 sich zudem zur Inventarisierung der vorhandenen Computersysteme. Das nützliche Werkzeug sollte auf keinem Rechner fehlen. (jak) ■



Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qc/53686

GEMEINSCHAFT MACHT STARK!

LINUX
COMMUNITY 

Jetzt kostenfrei anmelden für den
COMMUNITY NEWSLETTER!



www.linux-community.de/newsletter



© Sergey Nivens / 1213RF.com

Moderner Linux-Terminalemulator Ghostty mit klarer Vision

Terminal de luxe

Der moderne Terminalemulator Ghostty punktet mit GTK4-Integration und diversen Features wie etwa Tabs, Splits und Kitty-Grafik.

Christoph Langner

README

Ghostty, ein Terminalemulator mit GTK4, Tabs und Kitty-Grafik, bietet mehr Features als viele Konkurrenten. Etwas anders sieht es beim Steckpferd der Entwickler aus, der Performance: Hier bleibt er mittelmäßig.

Terminalemulatoren gehören für viele Linux-Anwender zu den wichtigsten Alltagswerkzeugen. Sie dienen als zentrale Schnittstelle zwischen System und Nutzer, ob für die Entwicklung, Administration oder Automatisierung.

Trotz der großen Auswahl an ausgereiften Lösungen zeigt sich seit Jahren ein wiederkehrendes Muster: Viele Projekte setzen klare Schwerpunkte und vernachlässigen dabei andere Bereiche. Manche überzeugen durch Geschwindigkeit, andere durch Funktionsumfang oder eine saubere Integration in die Desktop-Umgebung. Ein Terminal, das alle drei Aspekte gleichermaßen berücksichtigt, findet sich dagegen selten.

Hier setzt Ghostty [an](#): Der Emulator verfolgt das Ziel, Geschwindigkeit, moderne Funktionen und eine native Integration unter Linux miteinander zu verbinden. Das Projekt stammt vom Entwickler Mitchell Hashimoto [an](#) und ent-

steht als Community-getriebenes Open-Source-Projekt mit einem klaren technischen Anspruch. Statt sich auf einzelne Stärken zu konzentrieren, versucht Ghostty, ein ausgewogenes Gesamtbild zu liefern.

Native Integration

Unter Linux stellt sich die Frage nach nativer Integration traditionell komplexer dar als unter anderen Betriebssystemen. Während Plattformen wie macOS klare Vorgaben für Benutzeroberflächen machen, gibt es im Linux-Ökosystem eine Vielzahl unterschiedlicher Desktop-Umgebungen und Toolkits.

Ghostty orientiert sich bewusst an einem der etablierten Ansätze und setzt auf GTK4. Das sorgt dafür, dass sich die Anwendung harmonisch insbesondere in GTK-basierte Umgebungen wie GNOME einfügt. Das Fensterverhalten, die

Dialoge und die Bedienelemente entsprechen den Erwartungen, die Sie aus anderen Anwendungen kennen. Ghostty verzichtet bewusst auf eigene Widget-Sammlungen oder experimentelle UI-Schichten. Stattdessen nutzt es vorhandene Komponenten und integriert sich damit organisch in das System.

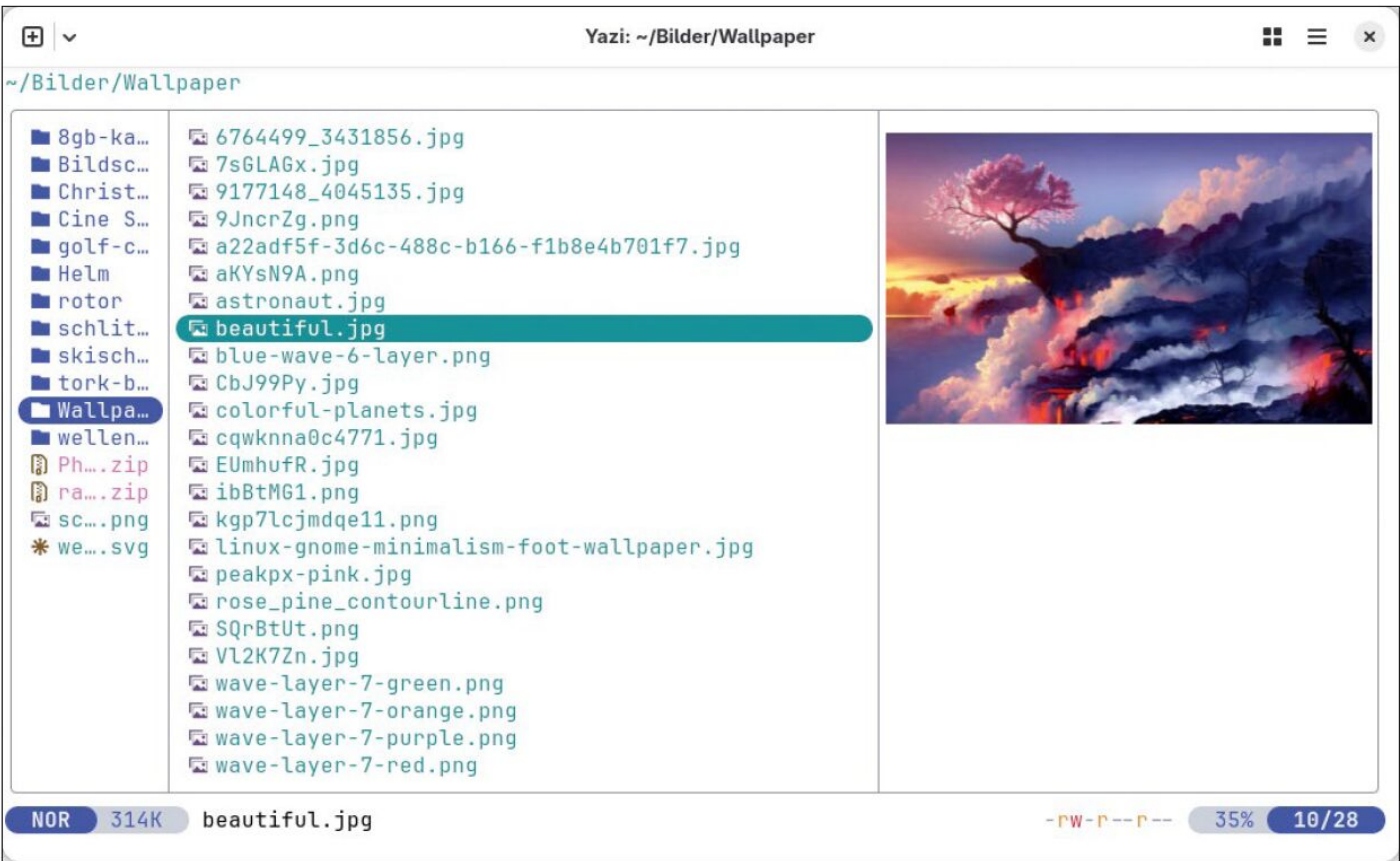
Diese Entscheidung wirkt sich direkt auf den täglichen Umgang mit der Software aus. Tastenkombinationen folgen den gewohnten Konventionen, visuelle Elemente passen sich dem Systemdesign an und Interaktionen wirken in ihrer Gesamtheit konsistent. Gerade im Vergleich zu Terminalemulatoren mit eigenen Rendering-Engines entsteht ein deutlich homogeneres Nutzungserlebnis.

Moderne Workflows

Ghostty beschränkt sich nicht auf klassische Terminalemulation, sondern erweitert den Funktionsumfang gezielt in Richtung moderner Arbeitsweisen. Es unterstützt aktuelle Protokolle und Erweiterungen, die vor allem in anspruchsvollen Textoberflächen eine immer größere Rolle spielen.

Ein Beispiel dafür ist die Unterstützung für das Kitty Graphics Protocol [🔗](#), das das Darstellen grafischer Inhalte direkt im Terminal ermöglicht. Es gestattet Anwendungen das Darstellen komplexer Bilder, ohne auf externe Fenster auszuweichen (siehe Kasten [Kitty Terminal Graphics Protocol](#)). Die Integration von anklickbaren Hyperlinks gehört mittlerweile ebenfalls zum Standard, wirkt in der Praxis jedoch erst nach einer sauberen Umsetzung überzeugend. Ghostty greift diese Entwicklungen auf und integriert sie.

Ein besonders wichtiger Aspekt betrifft das synchronisierte Darstellen von Terminalinhalten. Anwendungen wie Neovim nutzen dafür ein Verfahren, bei dem Bildschirmaktualisierungen gezielt aufeinander abgestimmt erfolgen. Dadurch vermeidet der Editor Tearing-Effekte, also



1 Ghostty beherrscht das Kitty Terminal Graphics Protocol. Programme wie hier der Dateimanager Yazi können dadurch Grafiken direkt im Terminal ausgeben.

visuelle Brüche oder inkonsistente Zwischenzustände während des Zeichnens. Gerade bei schnellen Updates oder umfangreichen UI-Änderungen sorgt diese Technik für ein deutlich ruhigeres und konsistenteres Bild, da der Terminalemulator die Ausgabe erst vollständig synchronisiert rendert, bevor er sie darstellt.

Darüber hinaus erweitert Ghostty den Emulator um Funktionen, die den Umgang mit dem Terminal betreffen. Tabs und geteilte Ansichten entstehen nicht durch externe Tools, sondern gehören zur Anwendung selbst **2**. Die Integration vereinfacht den Arbeitsablauf und reduziert Abhängigkeiten von zusätzlichen Multiplexern. Ungeachtet dessen lassen sich aber Lösungen wie Tmux [🔗](#) oder Zellij [🔗](#) weiterhin problemlos einsetzen.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Anpassung an vorhandene Systemthemen. Ghostty reagiert auf das Umschalten zwischen hellen und dunklen Designs und passt die Darstellung entsprechend an. Diese Funktion wirkt zunächst unspektakulär, trägt jedoch erheblich zu einem konsistenten Erscheinungsbild bei.

Kitty Terminal Graphics Protocol

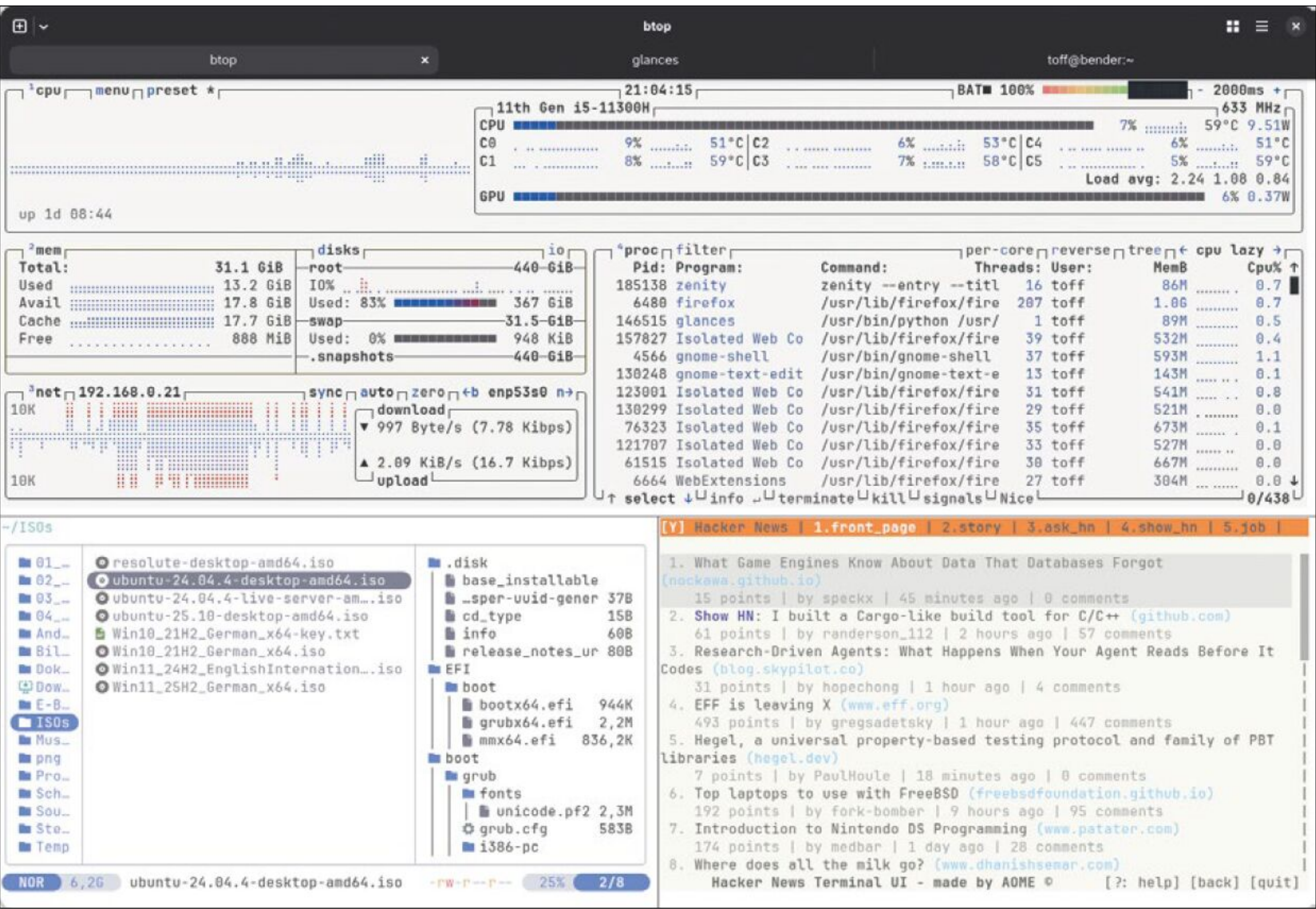
Das Kitty Terminal Graphics Protocol erweitert klassische Terminals um die Möglichkeit, Bilder und grafische Inhalte direkt darzustellen. Anwendungen übertragen dafür Bilddaten an den Emulator, der sie inline rendert. Ghostty unterstützt dieses moderne Verfahren und ermöglicht so mit Grafiken angereicherte Textoberflächen **1**, etwa beim Dateimanager Yazi [🔗](#). Ein älterer Ansatz ist das Bitmap-Format Sixel aus der DEC-Terminalära. Es gilt als kompatibel, wirkt jedoch weniger flexibel als das Kitty-Protokoll.

Werden Sie KI-Profi!

Der KI-Newsletter des Linux-Magazins

www.linux-magazin.de/subscribe



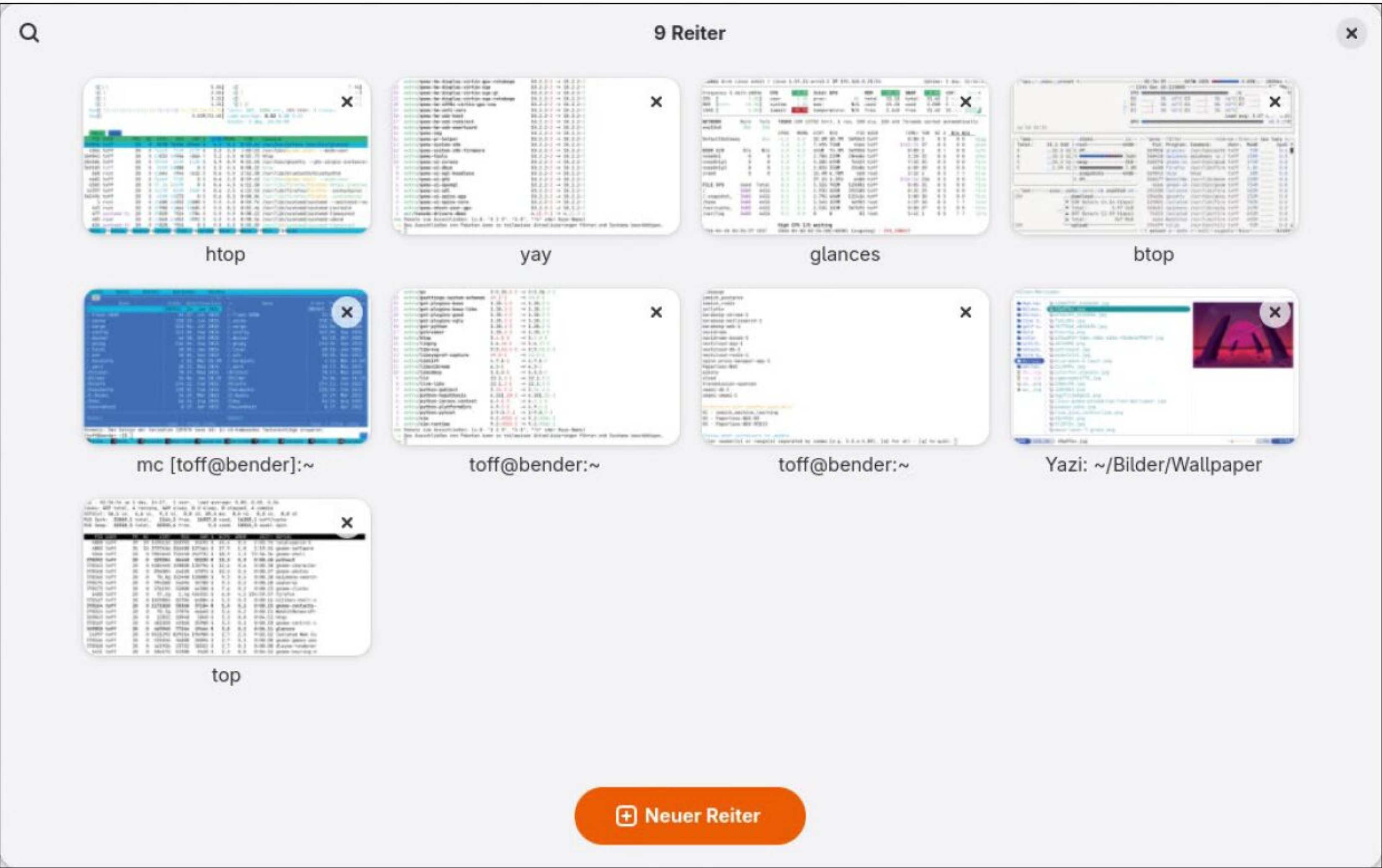


2 Ein Terminalfenster mit drei Splits erleichtert das Multitasking enorm.

Verfügbarkeit

Als noch sehr junge Anwendung findet sich Ghostty nur bei wenigen Distributionen in den Paketquellen, darunter Arch Linux, Manjaro und Open Suse Tumbleweed. Bei Debian, Ubuntu und deren Ablegern müssen Sie auf externe Repositories zurückgreifen. Installationshinweise zu zahlreichen Distros liefert das Projekt in seiner Dokumentation.

Listing 1 zeigt, wie die Installation von Ghostty unter Arch Linux erfolgt. Für die



3 Die integrierte Reiterübersicht aktualisiert sich nahezu in Echtzeit.

optimale Unterstützung installieren Sie zusätzlich die Pakete *ghostty-shell-integration* und *ghostty-terminfo*. Die Erweiterung Shell-Integration ermöglicht, das Terminalfenster ohne Nachfrage zu schließen, mit [Strg] und einem dreifachen Linksklick die Ausgabe eines Kommandos in die Zwischenablage zu kopieren sowie mit [Alt] plus Linksklick die Schreibmarke an die geklickte Position in einem Prompt zu verschieben.

Das Paket *ghostty-terminfo* sorgt dafür, dass andere Anwendungen die Fähigkeiten des Terminals korrekt erkennen. Ghostty setzt die Umgebungsvariable TERM auf xterm-ghostty, da viele Programme gezielt nach xterm suchen und davon ihr Verhalten ableiten. Weil eine eigene Kennung ohne diesen Zusatz in der Praxis zu Inkompatibilitäten führen würde, entschied sich das Projekt für diesen pragmatischen Ansatz.

Shortcuts

Ghostty startet zunächst ohne Menüleiste mit einem leeren Terminal. Es gibt nur Icons zum Erstellen weiterer Tabs und zum Unterteilen des Fensters auf der linken Seite der Fensterleiste sowie einen Schalter zum Öffnen der Reiterübersicht und ein Ausklappmenü rechts oben. Tabs öffnen Sie entweder über das Icon in der Fensterleiste oben, über das Menü oder über [Strg]+[Umschalt]+[T]. Zur weiteren Untergliederung eines Reiters drücken Sie [Strg]+[Umschalt]+[O] oder [Strg]+[Umschalt]+[E], um einen weiteren Terminalbereich („Split“) nach links respektive unten zu öffnen.

Weitere interessante Neuerungen zeigen sich, wenn Sie ein Kommando via Sudo mit administrativen Rechten ausführen: Dabei fordert Sie ein kleines Schlosssymbol zur Eingabe des Passworts auf. Interessant ist überdies die Möglichkeit, ein Protokoll aller Ein- und Ausgaben in einer Datei zu sichern. Drücken Sie dazu [Strg]+[Umschalt]+[J] oder [Strg]+[Umschalt]+[Alt]+[J]. Das erste Tastenkürzel sichert den Verlauf in einer Datei im Ordner /tmp und fügt den Pfad im Terminal ein, das zweite öffnet die Datei direkt in einem Editor.

Eine Übersicht der wichtigsten Shortcuts finden Sie in der Tabelle Tastenkürzel. Eine vollständige Liste erhalten Sie

in Ghostty im Menü unter dem Eintrag *Befehlspalette* 4. Sämtliche Kürzel lassen sich bei Bedarf problemlos über die Konfiguration anpassen. Auf diese Weise lassen sich Fingerübungen, die Sie von anderen Terminalprogrammen gewohnt sind, auch in Ghostty umsetzen.

Konfiguration

Zum Einrichten und Speichern verwendet Ghostty eine Konfigurationsdatei. Sie öffnen sie aus dem Menü heraus über *Konfiguration öffnen*. Alternativ laden Sie die Datei `~/.config/ghostty/config` direkt in einen Editor wie Nano.

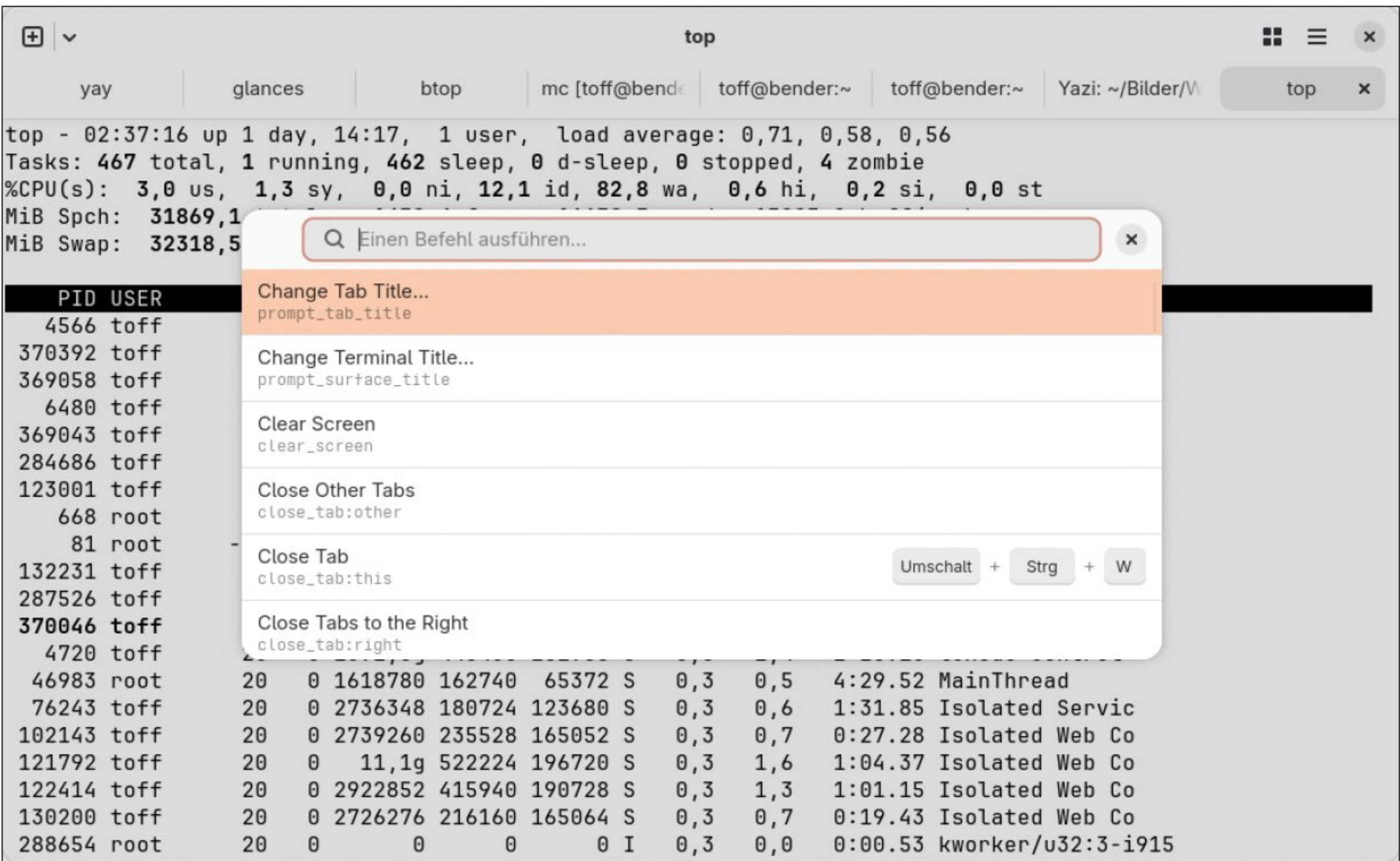
Listing 2 zeigt eine praktikable Beispielkonfiguration. Die Direktive aus der ersten Zeile blendet den Mauszeiger während der Eingabe eines Kommandos vorübergehend aus. Er erscheint erst wieder, wenn Sie die Maus erneut bewegen. Die folgenden beiden Zeilen definieren die Tastenkürzel `[Strg]+[A]`, `[O]` zum Aktivieren der Reiterübersicht und `[Strg]+[C]` zum Kopieren der Auswahl in die Zwischenablage. `[Strg]+[C]` ohne aktive Auswahl bricht wie gewohnt ein laufendes Kommando ab.

Das gewünschte Theme tragen Sie als Variable `theme` ein (vorletzte Zeile). Eine Übersicht aller Themes 5 erhalten Sie in Ghostty mit dem Kommando `ghostty +list-themes`. Die Shell-Integration-Funktion `ssh-terminfo` in der letzten Zeile ist wichtig, sobald Sie sich via SSH auf einem entfernten Rechner anmelden möchten. Ohne sie erhalten Sie beim Verbindungsaufbau Fehlermeldungen wie *missing or unsuitable terminal: xterm-ghostty*, da auf dem Zielsystem keine passenden Termino-Details vorliegen [↗](#).

Tempo, Tempo

Geschwindigkeit zählt zu den wichtigsten Kriterien bei der Wahl eines Terminal-emulators. Ghostty verfolgt das Ziel, in dieser Disziplin mit den schnellsten Vertretern seiner Klasse mithalten. Dabei betrachtet das Projekt Performance nicht als isolierten Messwert, sondern als Zusammenspiel mehrerer Faktoren.

Der Start der Anwendung erfolgt ohne spürbare Verzögerung, Eingaben verarbeitet Ghostty unmittelbar, und selbst bei großen Datenmengen bleibt die Dar-



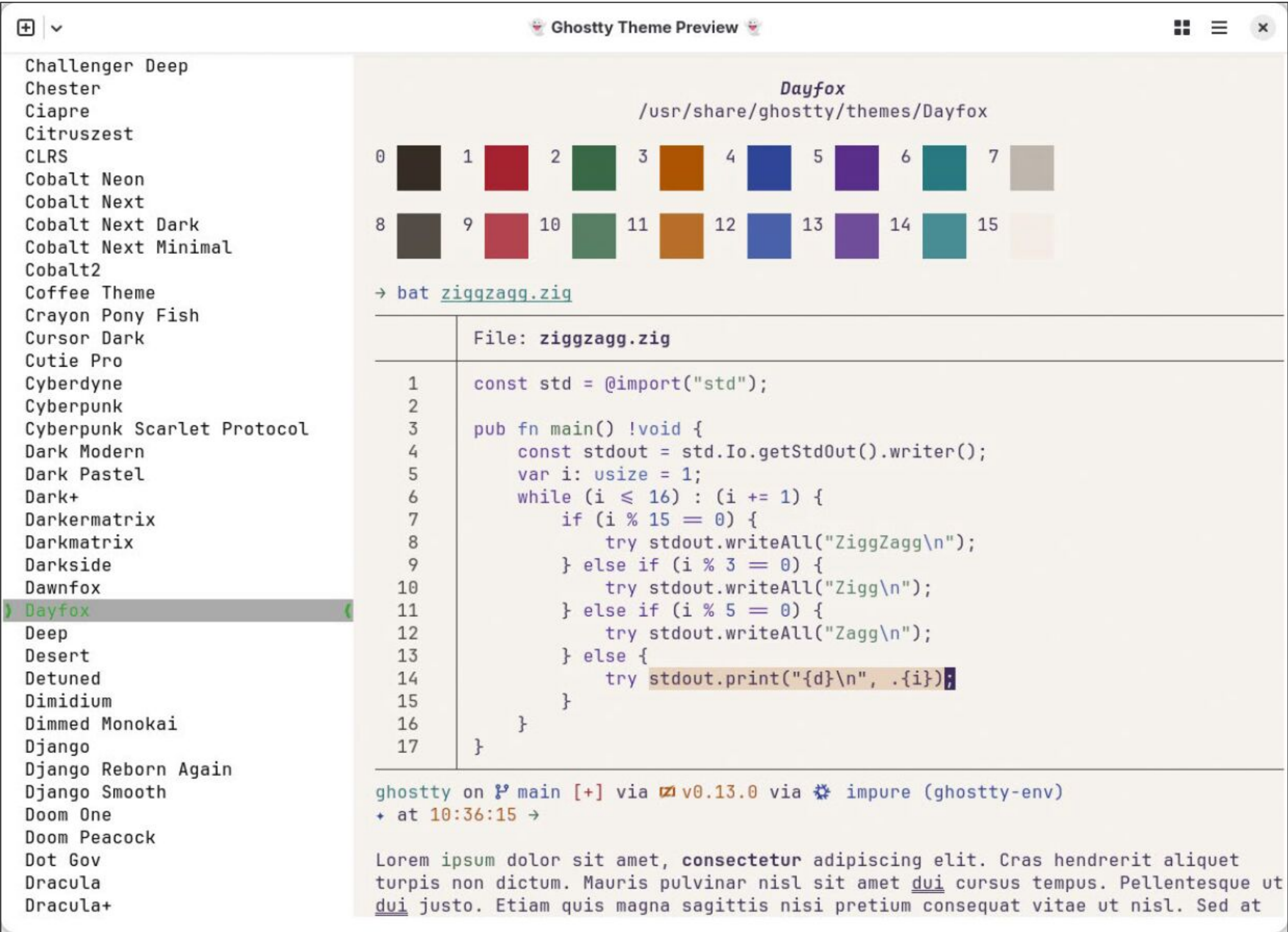
4 Die Befehlspalette zeigt alle verfügbaren Aktionen und Tastenkürzel des Terminal-emulators an. Sie erlaubt den schnellen Zugriff auf Funktionen.

Listing 1: Installation unter Arch Linux

```
$ sudo pacman -S ghostty ghostty-shell-integration ghostty-terminfo
```

Tastenkürzel

Funktion	Kürzel
Neues Fenster	[Strg]+[Umschalt]+[N]
Fenster schließen	[Alt]+[F4]
Vollbild	[Strg]+[Eingabe]
Beenden	[Strg]+[Umschalt]+[Q]
Reiterverwaltung	
Neuen Reiter öffnen	[Strg]+[Umschalt]+[T]
Reiter schließen	[Strg]+[Umschalt]+[W]
Vorheriger Reiter	[Strg]+[Umschalt]+[Tab], [Strg]+[Umschalt]+[Pfeil-links], [Strg]+[Bild-auf]
Nächster Reiter	[Strg]+[Tabulator], [Strg]+[Umschalt]+[Pfeil-rechts], [Strg]+[Bild-ab]
Split-Ansichten	
Split rechts öffnen	[Strg]+[Umschalt]+[O]
Split unten öffnen	[Strg]+[Umschalt]+[E]
Split-Zoom umschalten	[Strg]+[Umschalt]+[Eingabe]
Split fokussieren	[Strg]+[Alt]+Pfeiltaste
Kopieren & Einfügen	
Kopieren	[Strg]+[Umschalt]+[C]
Einfügen	[Strg]+[Umschalt]+[V]
Aus Auswahl einfügen	[Umschalt]+[Einfügen]
Scrollbar	
Scrollbar in Datei schreiben (einfügen)	[Strg]+[Umschalt]+[J]
Scrollbar in Datei schreiben (öffnen)	[Strg]+[Umschalt]+[Alt]+[J]



5 Ghostty bringt eine Theme-Vorschau mit, die Sie als eigenes Programm aufrufen können. Die Auswahl des Themes erfolgt anschließend in der Konfigurationsdatei.

stellung stabil. Die Optimierung zeigt sich beim Scrollen durch umfangreiche Ausgaben: Die Inhalte bewegen sich flüssig, ohne dass das System ins Stocken gerät. Auch das Verarbeiten von Ein- und Ausgaben erfolgt effizient. Davon profitieren nicht nur interaktive Tools, sondern auch Anwendungen, die große Datenströme erzeugen. Die Darstellung komplexer Inhalte bleibt stabil, was sich insbesondere bei modernen Terminalanwendungen bemerkbar macht.

Ghostty verzichtet diesbezüglich auf übertriebene Marketingaussagen. Stattdessen konzentrieren sich die Entwickler darauf, in allen relevanten Bereichen ein hohes Niveau zu erreichen. Das Ergebnis wirkt im Alltag überzeugend, auch wenn sich einzelne Benchmarks je nach Szenario unterscheiden. In unseren Tests zeigte sich, dass sich inzwischen alle modernen Terminals auf einem ähnlichen Niveau

Listing 2: Ghostty-Konfiguration

```
mouse-hide-while-typing = true
keybind = ctrl+a>o=toggle_tab_overview
keybind = performable:ctrl+c=copy_to_clipboard
theme = Adwaita
shell-integration-features = ssh-terminfo
```

bewegen. Ghostty bleibt allerdings bei den Ergebnissen des für Terminals entwickelten Kitten-Benchmarks und der Notcurses-Demo im Vergleich zur Konkurrenz eher etwas zurück.

Auf der VTE-Terminalbibliothek basierende Terminals wie Console oder Tilix liefern ähnliche Werte wie Kitty oder Alacritty, Ghostty hinkt etwas hinterher. Besitzt das Terminal jedoch keine eigene Tiling-Funktion wie Alacritty und müsste auf einen Terminal-Multiplexer wie Tmux zurückgreifen, dann verschiebt sich das Bild wieder zugunsten von Ghostty (siehe Tabelle Benchmarks).

Ghostty und Libghostty

Ein zentraler Bestandteil des Projekts besteht in seiner technischen Architektur. Im Kern von Ghostty arbeitet die Bibliothek Libghostty, die die eigentliche Terminalemulation übernimmt. Diese Trennung zwischen Kern und Benutzeroberfläche schafft klare Strukturen und ermöglicht eine effiziente Weiterentwicklung. Einen ähnlichen Ansatz nutzt auch Gnome mit der VTE-Bibliothek, die es anderen Programmen wie dem Gnome Builder erlaubt, ein Terminal direkt in die Anwendung zu integrieren.

Die Bibliothek übernimmt Aufgaben wie Rendering, Schriftartenverwaltung und die Verarbeitung von Terminalsequenzen. Die grafische Oberfläche greift lediglich auf diese Funktionen zu und bleibt dadurch vergleichsweise schlank. Dieser Aufbau reduziert Komplexität und ermöglicht eine gezielte Optimierung einzelner Komponenten.

Technisch basiert Libghostty auf Zig. Das ist eine Systemprogrammiersprache, die ihren Fokus auf Kontrolle und Effizienz legt. Gleichzeitig stellt die Bibliothek eine C-kompatible Schnittstelle bereit, wodurch sich die unterschiedlichsten Frontends anbinden lassen. Unter Linux nutzt Ghostty diese Struktur, um die GTK4-basierte Oberfläche direkt mit dem Kern zu verbinden.

Dieser Ansatz eröffnet interessante Perspektiven für die Zukunft: Theoretisch lassen sich alternative Oberflächen entwickeln, ohne die Terminalemulation neu implementieren zu müssen. Damit könnte sich rund um Libghostty ein eigenes Ökosystem entwickeln, das verschiedene

Ansätze und Designs ermöglicht. Derzeit befindet sich diese Architektur noch im Aufbau. Die Schnittstellen gelten nicht als stabil, zeigen jedoch bereits, welches Potenzial in diesem Konzept steckt.

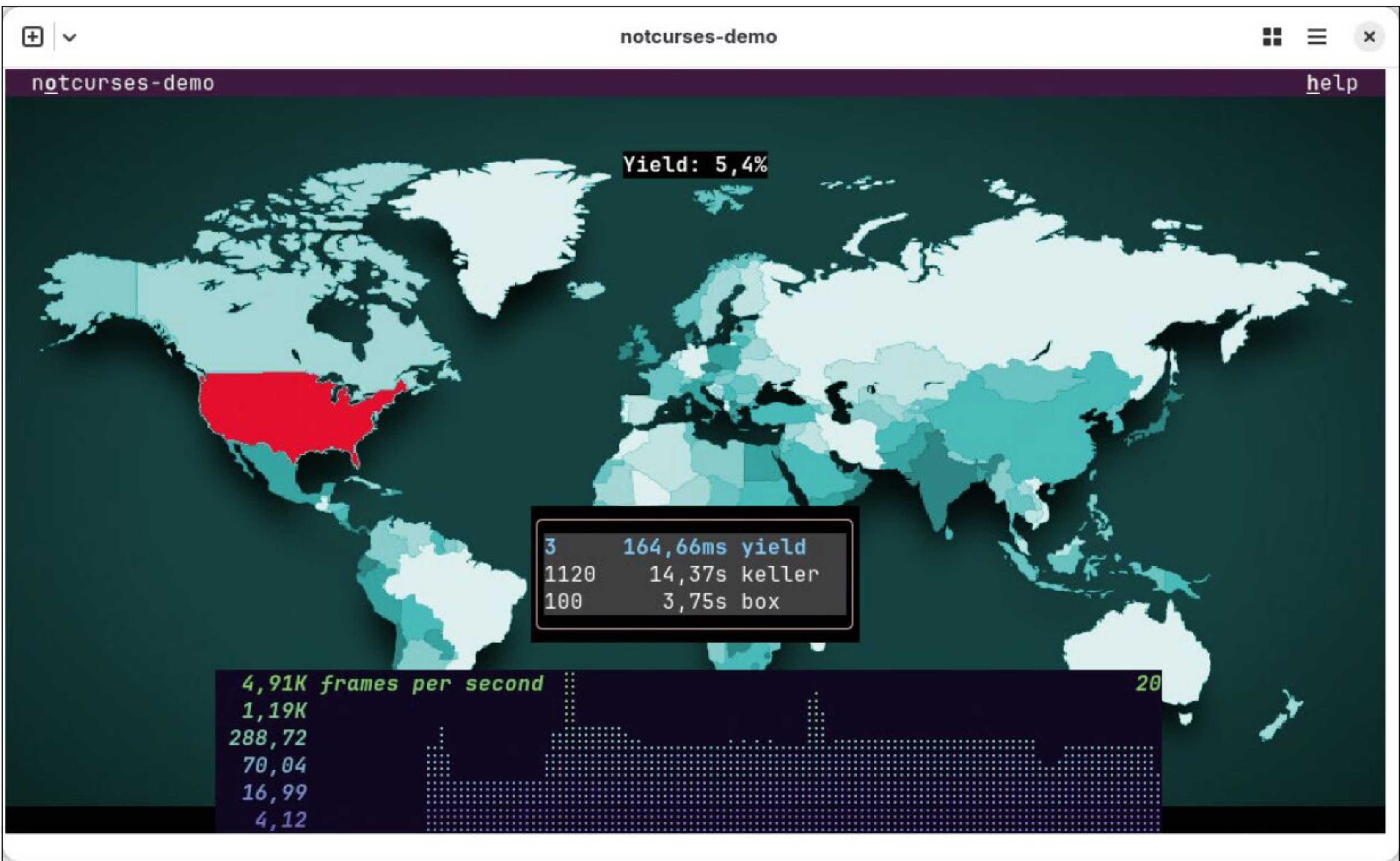
Entwicklung und Community

Ghostty entsteht nicht im Rahmen eines klassischen Unternehmensprojekts, sondern als persönliches Vorhaben mit wachsender Community-Unterstützung. Mitchell Hashimoto treibt die Entwicklung maßgeblich voran, während Beiträge aus der Community das Projekt ergänzen und erweitern. Diese Struktur bringt typische Eigenschaften freier Software mit sich: Die Entwicklung erfolgt offen, Entscheidungen lassen sich nachvollziehen und neue Ideen finden schnell ihren Weg in den Code.

Gleichzeitig schreitet die Entwicklung iterativ voran, wodurch sich Funktionen kontinuierlich verbessern. Für Anwender bedeutet das eine gewisse Dynamik. Ghostty entwickelt sich aktiv weiter, wodurch sich neue Möglichkeiten ergeben, gleichzeitig jedoch auch Veränderungen auftreten können. Gerade für technisch interessierte Nutzer bietet dieser Prozess die Chance, ein Projekt von Anfang an zu begleiten und aktiv mitzugestalten.

Fazit

Ghostty zeigt, wie sich ein klassisches Werkzeug neu denken lässt, ohne seine grundlegenden Stärken zu verlieren. Der Emulator verbindet eine moderne Archi-



6 Die Notcurses-Demo demonstriert die Fähigkeiten der Notcurses-Bibliothek, liefert letztlich aber auch Daten zur Performance des genutzten Terminalemulators.

tektur mit einem klaren Fokus auf Performance und Integration. Besonders überzeugend wirkt der Ansatz, auf etablierte Technologien wie GTK4 zu setzen und damit eine konsistente Benutzererfahrung zu schaffen.

Der Funktionsumfang richtet sich an aktuellen Anforderungen aus und unterstützt dabei auch moderne Workflows, ohne dabei unnötig komplex zu werden. Gleichzeitig legt die Architektur mit Libghostty den Grundstein für zukünftige Erweiterungen und mögliche neue Projekte. Linux-Anwender, die Wert auf Geschwindigkeit, Integration und moderne Funktionen legen, finden in Ghostty eine interessante Alternative. (tle)



Weitere Infos und interessante Links
www.linux-user.de/qr/53399

Der Autor

Christoph Langner erklärt für Tuxedo Computers die Distribution Tuxedo OS. Folgen Sie ihm auf Mastodon (<https://social.anoxinon.de/@linuxundich>) oder werfen Sie einen Blick in sein Blog rund um GNU/Linux (<http://linuxundich.de>).

Benchmarks							
Terminal	Ghostty 1.3.1	Kitty 0.46.2	Console 50.0	Tilix 1.9.6	Alacritty 0.17.0	Alacritty+Tmux 3.6	Xterm 407
Kitten 0.46.2							
ASCII (MByte/s)	57,8	101,9	162,5	161,0	102,6	29,3	41,2
Unicode (MByte/s)	66,8	96,5	105,1	108,0	126,1	6,9	48,6
CSI (MByte/s)	28,9	55,1	32,9	18,6	60,7	18,4	0,6
Long Escape Codes (MByte/s)	64,0	331,9	183,2	185,6	336,4	74,0	81,6
Images (MByte/s)	41,9	294,1	193,0	179,0	109,6	58,3	81,6
Notcurses-Demo 3.0.17							
Runtime (Sekunden)	187,1	182,2	172,3	172,7	170,4	n.a.	179,9
Frames (Anzahl)	45 853	45 448	74 512	46 823	47 483	n.a.	41 973
Output (MByte)	986,9	249,5	96,6	97,0	97,8	n.a.	95,7



© Kmiragaya / 123RF.com

Workshop: Secure Boot verstehen und unter Linux einrichten

Umstrittene Sicherheit

Secure Boot bleibt unter Linux ein zweischneidiges Schwert – meist mit eingebauter Abhängigkeit von Microsoft. Ferdinand Thommes

README

Secure Boot ist ein von Microsoft in UEFI verankertes Sicherheitskonzept auf Zertifikatsbasis. Es soll in erster Linie einen unkompromittierten Bootprozess gewährleisten. Im Einsatz mit Linux ist das aber nicht selten mit Fallstricken verbunden, die 2026 sogar noch mehr werden.

Heutige Hardware gerät nicht nur durch CPU-Schwachstellen wie Spectre oder Meltdown unter Beschuss. Boot- und Rootkits gefährden die Bootkette ebenfalls, weil sie sich bereits vor dem Start des Betriebssystems einnisten und damit häufig Sicherheitskonzepte aushebeln. Dagegen schickte Microsoft im Rahmen der UEFI-Entwicklung ab 2011 Secure Boot [ins Rennen](#) und machte es ab 2012 zur Voraussetzung für die Zertifizierung neuer PCs.

Somit gehört Secure Boot seit 15 Jahren zur Standardausstattung moderner PCs. Trotzdem sorgt es bis heute regelmäßig für Diskussionen: Die Technik verspricht zwar Schutz vor Schadsoftware bereits beim Systemstart, steht aber zugleich in der Kritik, Nutzer einzuschränken und Abhängigkeiten zu schaffen. Gerade im Linux-Umfeld zeigt sich, dass Secure Boot weniger trivial ist, als es auf den ersten Blick scheint.

Vertrauensprüfung

Secure Boot setzt als Bestandteil der UEFI-Firmware noch vor dem eigentlichen Start des Betriebssystems an, um sicherzustellen, dass beim Systemstart ausschließlich nicht kompromittierte Software ausgeführt wird. Dazu überprüft die Firmware digitale Signaturen von Bootloadern, Kernel und weiteren Komponenten. Nur wenn sie zu den hinterlegten Schlüsseln passen, setzt das System den Start fort.

Die technische Grundlage bildet dabei eine hierarchische Schlüsselstruktur innerhalb der UEFI-Firmware: Der Plattform Schlüssel (Platform Key, PK) bildet die Basis der Vertrauenskette und legt fest, welche weiteren kryptografischen Schlüssel akzeptiert werden. Dazu gehören die Key Exchange Keys (KEK), die das Verwalten weiterer Signaturen ermöglichen. In Datenbanken speichert

die Firmware erlaubte (DB) beziehungsweise gesperrte Signaturen (DBX). Das soll verhindern, dass manipulierte Bootloader oder Rootkits aktiv werden.

Nebenwirkungen

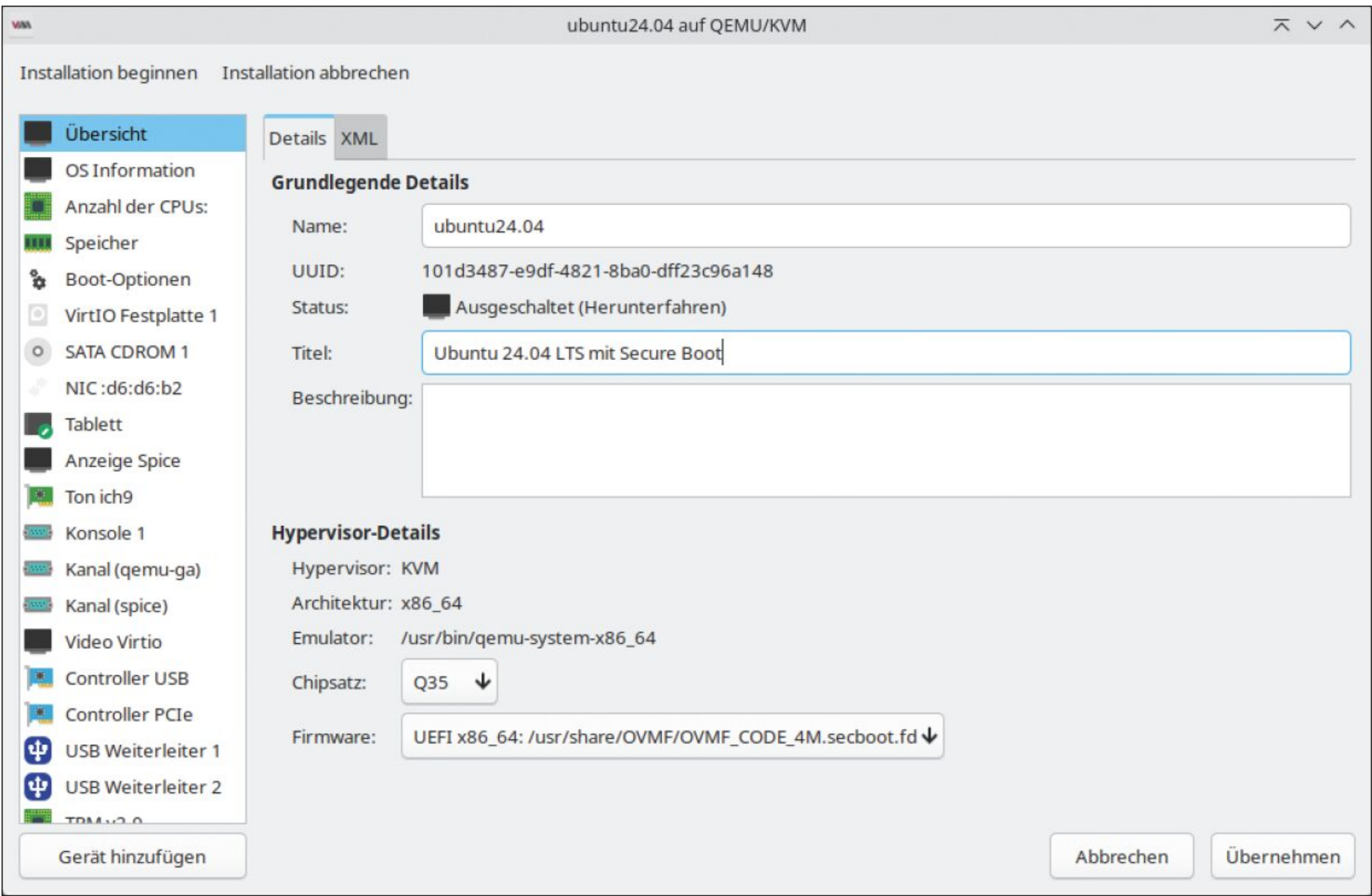
So sinnvoll das Konzept klingt, so umstritten ist seine Umsetzung. Ein zentraler Kritikpunkt ist die Abhängigkeit von vorinstallierten Schlüsseln. In der Praxis stammen sie fast immer von Microsoft, da praktisch alle OEM-Systeme mit entsprechenden Zertifikaten ausgeliefert werden. Nicht aus Redmond stammende Betriebssysteme müssen sich in diese Vertrauenskette einfügen, statt eine eigene Infrastruktur zu nutzen. Das betrifft keineswegs nur Linux, sondern praktisch alle alternativen PC-Betriebssysteme von BSD-Derivaten bis hin zu experimentellen Plattformen. Wer Secure Boot nutzen will, kommt in der Regel nicht an der existierenden, meist von Microsoft dominierten Vertrauenskette vorbei.

Hinzu kommt die eingeschränkte Kontrolle durch den Nutzer. Zwar lassen sich eigene Schlüssel installieren und verwalten, doch ist dieser Prozess komplex und für viele Anwender kaum praktikabel. Gerade im Consumer-Bereich bleibt Secure Boot damit eine vom Hersteller vorgegebene Sicherheitsarchitektur.

Selbst sicherheitstechnisch stellt Secure Boot kein Allheilmittel dar: Wird eine signierte Komponente kompromittiert, wie das durch Schwachstellen im Bootloader in der Vergangenheit bereits vorkam, führt das System den Schadcode trotz aktivem Secure Boot aus. Bekannte Fälle wie BootHole zeigten, dass das Modell stark von der Integrität einzelner Komponenten abhängt.

Secure Boot und Linux

Unter Linux zeigt sich besonders deutlich, wie stark bereits bestehende Strukturen Secure Boot prägen. Weil Linux-Distributionen keinen eigenen, in der Firmware hinterlegten Root-Schlüssel besitzen, stehen sie vor einem grundlegenden Problem: Wie lässt sich ein vertrauenswürdiger Bootprozess etablieren, ohne die Kontrolle über die Plattform zu verlieren? Damit Linux mit Secure Boot lauffähig ist, gilt es, die entsprechenden



1 Der korrekte Chipsatz und die richtigen Firmware in Virt-Manager sind entscheidend.

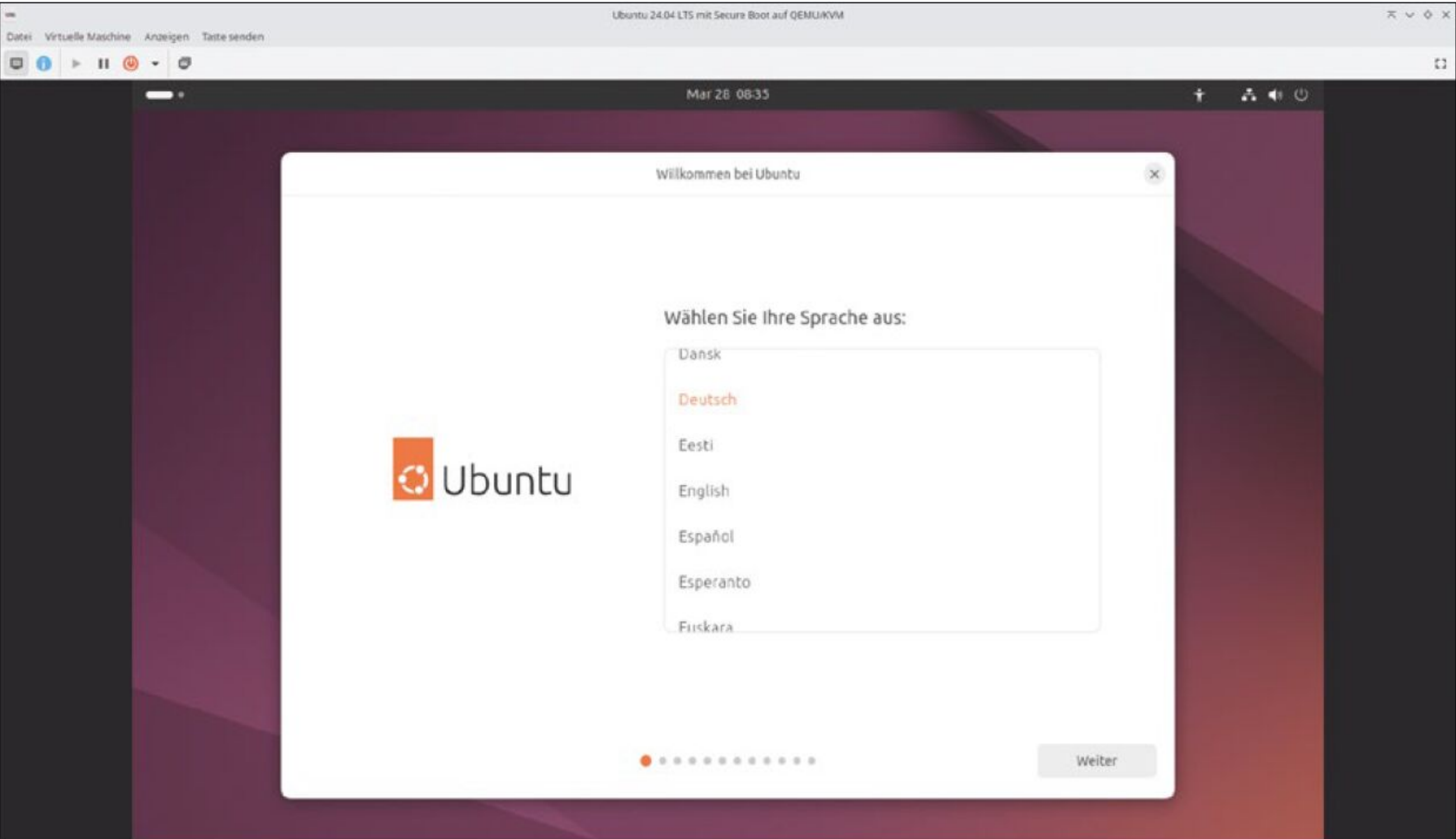
Komponenten direkt oder indirekt von einem in der Regel von Microsoft ausgegebenen und im UEFI hinterlegten Zertifikat oder einem händisch einge-tragenen Zertifikat zu signieren.

Die Wartezeit auf ein von Microsoft ausgestellt Zertifikat kann ein Jahr oder länger dauern. Wer nicht warten möchte, bis Secure Boot in einer Distribution verfügbar ist, kann selbst ein Zertifikat ausstellen, was aber einigen Aufwand verursacht. Noch anspruchsvoller ist das bei unveränderlichen (im-mutablen) Distributionen.

Die meisten Distributionen umgehen das Problem durch einen Kompromiss: Sie nutzen einen Shim, einen kleinen, von Microsoft signierten Bootloader. Den akzeptiert die Firmware, er fungiert als Zwischenschicht. Anschließend lädt der Shim meist Grub oder einen anderen Bootloader und dann den mit distribu-tionsspezifischen Schlüsseln signierten Kernel. Dieses Modell hat sich etabliert, weil es ohne Eingriffe in die Firmware funktioniert und zugleich eine gewisse Eigenständigkeit ermöglicht. Der Preis dafür ist eine indirekte Abhängigkeit von Microsofts Signaturinfrastruktur.

Listing 1: Virt-Manager installieren

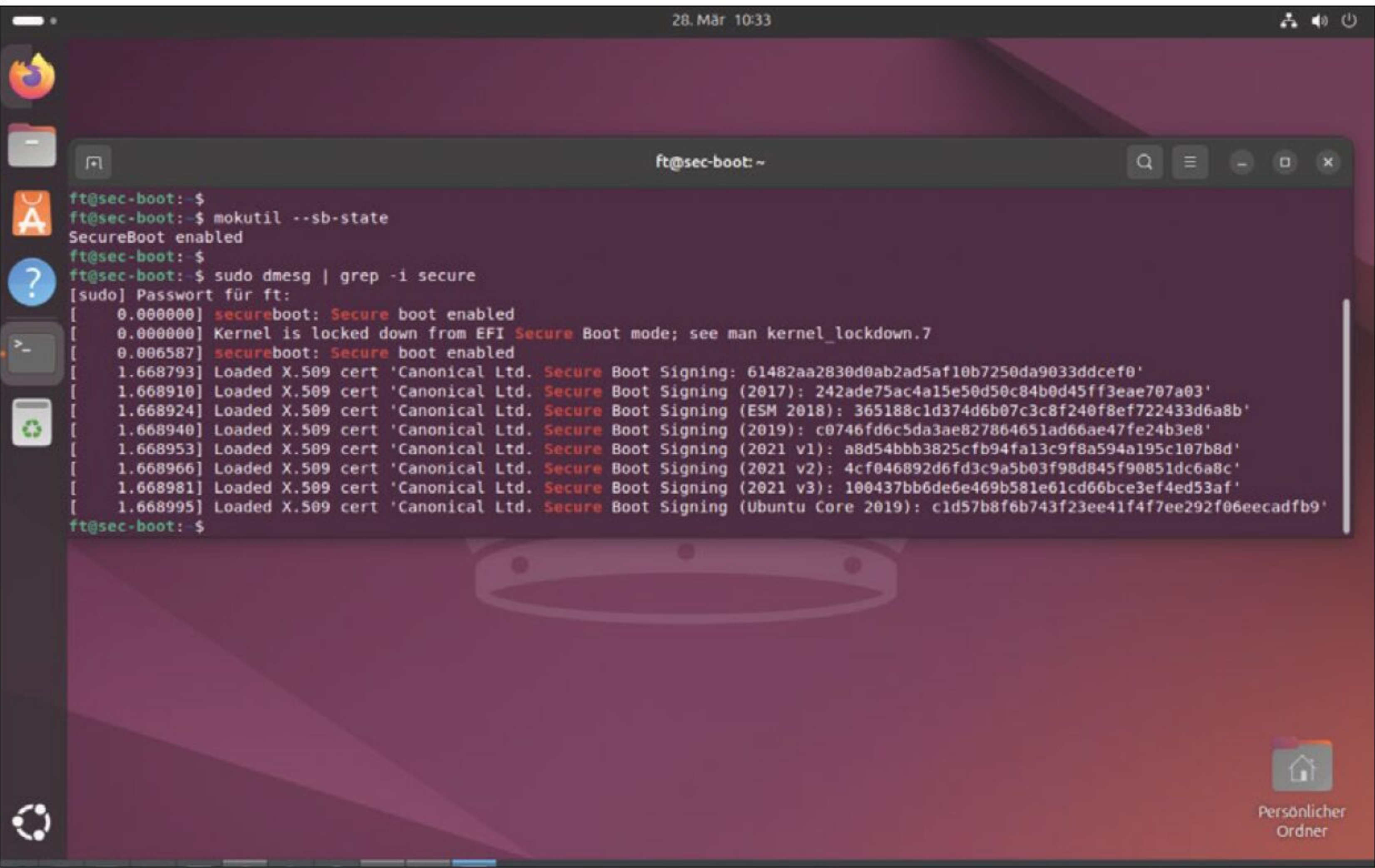
```
$ sudo apt install virt-manager qemu-kvm ovmf swtpm
$ ls /usr/share/OVMF/
```

2 Kopfzeile und Menü weisen darauf hin, dass KVM als Hypervisor zum Einsatz kommt.

Die meisten großen Distributionen unterstützen Secure Boot inzwischen standardmäßig. Dazu zählen unter anderem Debian, Ubuntu und dessen Derivate, Fedora und Red Hat sowie OpenSuse. In diesen Umgebungen funktioniert Secure Boot in aller Regel ohne zusätzliche Konfiguration. Die Installation und der erste Start verlaufen identisch zu Systemen ohne Secure Boot.

Sobald Sie von der Standardkonfiguration abweichen, wird es komplexer: Eigene Kernel, nicht signierte Treiber oder experimentelle Module blockiert Secure Boot. Hier kommt der sogenannte



3 Bei Ubuntu ist ab Version 24.04 Secure Boot automatisch aktiv. Damit ist der Kernel im Lockdown, und die Zertifikate von Canonical sind geladen.

Machine Owner Key (MOK) ins Spiel. Mit ihm lassen sich eigene Signaturen hinzufügen, ohne die vorhandene Vertrauens-kette vollständig zu ersetzen. In der Praxis bedeutet das: Nutzen Sie proprietäre Treiber oder selbst kompilierte Kernel, müssen Sie sie manuell signieren und den Schlüssel über das MOK-Management registrieren. Der Prozess ist etabliert, aber nicht unbedingt komfortabel.

Ende im Gelände

Ein momentan aktuelles Thema zeigt die Schwächen des Systems besonders deutlich. Die ursprünglichen Zertifikate, auf denen ein Großteil der Secure-Boot-Infrastruktur basiert (Microsoft UEFI CA 2011) laufen in zwei Wellen aus: im Juni und Oktober 2026. Künftig werden neue Bootloader mit einer aktualisierten Zertifikatskette signiert.

Das bedeutet, dass neue Versionen des Shim und anderer Bootkomponenten künftig mit einem neuen Schlüssel signiert werden. Damit diese weiterhin starten, muss der entsprechende Schlüssel in der Firmware hinterlegt sein. Genau hier liegt das Problem, denn ältere Systeme kennen diesen neuen Schlüssel nicht. Im ungünstigsten Fall führt das dazu, dass ein aktualisiertes Linux-System mit aktiviertem Secure Boot nicht mehr startet.

Die einzige Lösung besteht darin, die Firmware zu aktualisieren und den neuen Schlüssel zu integrieren. Hier sind die Distributionen gefragt, die Secure Boot unterstützen. Ansonsten bleiben Sie völlig von BIOS-Updates des Geräteherstellers abhängig. Gerade bei älterer Hardware ist keineswegs garantiert, dass entsprechende Updates erscheinen.

Das zeigt ein strukturelles Problem von Secure Boot unter Linux: Die Funktionsfähigkeit hängt nicht nur vom Betriebssystem ab, sondern auch von der Pflege der Firmware durch OEMs. Deswegen erscheint es langfristig als sinnvoll, sich mit eigenen Schlüsseln und alternativen Set-ups auseinanderzusetzen, selbst wenn das zusätzlichen Aufwand bedeutet.

In der Praxis

Wir sehen uns Secure Boot in der Praxis mit einem frisch installierten Ubuntu 24.04 an – ab dieser Version ist Secure

Boot unter Ubuntu standardmäßig aktiviert. Für unseren Test verwenden wir Virt-Manager als GUI für KVM, da andere Hypervisoren in diesem Szenario nur eingeschränkten Zugriff erlauben.

Falls Sie unser Vorgehen nachvollziehen wollen, installieren Sie unter Debian oder einem der Derivate Virt-Manager mit dem ersten Befehl aus Listing 1. Anschließend überprüfen Sie mit dem zweiten Aufruf, dass unter anderem die Datei `OVMF_CODE_4M.secboot.fd` existiert.

In der Konfiguration aktivieren Sie die Option *Konfiguration vor Installation anpassen* und wählen anschließend bei *Übersicht | Firmware* den Punkt *UEFI x86_64: /usr/share/OVMF/OVMF_CODE.secboot.fd* aus 1. Dann fügen Sie noch *TPM v2.0* hinzu, wobei der Typ auf *Emulator* steht und die Version auf *2.0*.

Vergessen Sie nicht, nach dem *Übernehmen auf Installation beginnen* zu klicken. Die Systemeinrichtung dauert nur wenige Minuten, und Sie finden sich im gewohnten Desktop wieder 2.

Schlüssel anzeigen

Nach dem Start von Ubuntu überprüfen Sie mit `mokutil --sb-state`, ob Secure Boot aktiviert ist. Die Antwort sollte *SecureBoot enabled* lauten. Die Ausgabe des Kommandos `sudo dmesg | grep -i secure` zeigt, dass der Kernel im Lock-down-Modus läuft und damit auch nach dem Booten Schutz vor Rootkits bietet und Zugriff auf kritische Schnittstellen unterbindet. Die darunter angezeigten distributionseigenen Schlüssel von Canonical werden vom Shim geladen und bilden einen Teil der zweiten Stufe der Vertrauenskette 3.

Sie sehen hier nicht die Microsoft-Schlüssel, da diese in der UEFI-Firmware liegen und damit nicht im Kernel-Log erscheinen. Um mehr Informationen zu den Keys zu erhalten, geben Sie den ersten Befehl aus Listing 2 ein. Dann erscheinen auch selbst erstellte MOKs 4. Um die Microsoft-Schlüssel einzusehen, installieren Sie das Paket *efivar* und führen anschließend den zweiten Befehl aus dem Listing aus. Erscheint daraufhin kein Ergebnis, versuchen Sie den Befehl aus der letzten Zeile 5.

Ein von Microsoft signierter Shim für Secure Boot funktioniert gut, solange

```
ft@sec-boot:~$ mokutil --list-enrolled
[Key 1]
SHA1 Fingerprint: 76:a0:92:06:58:00:bf:37:69:01:c3:72:cd:55:a9:0e:1f:de:d2:e0
Certificate:
  Data:
    Version: 3 (0x2)
    Serial Number:
      b9:41:24:a0:18:2c:92:67
    Signature Algorithm: sha256WithRSAEncryption
    Issuer: C=GB, ST=Isle of Man, L=Douglas, O=Canonical Ltd., CN=Canonical Ltd. Master Certificate Authority
    Validity
      Not Before: Apr 12 11:12:51 2012 GMT
      Not After : Apr 11 11:12:51 2042 GMT
    Subject: C=GB, ST=Isle of Man, L=Douglas, O=Canonical Ltd., CN=Canonical Ltd. Master Certificate Authority
    Subject Public Key Info:
      Public Key Algorithm: rsaEncryption
      Public-Key: (2048 bit)
      Modulus:
        00:bf:5b:3a:16:74:ee:21:5d:ae:61:ed:9d:56:ac:
        bd:de:de:72:f3:dd:7e:2d:4c:62:0f:ac:c0:6d:48:
        08:11:cf:8d:8b:fb:61:1f:27:cc:11:6e:d9:55:3d:
        39:54:eb:40:3b:b1:bb:e2:85:34:79:ca:f7:7b:bf:
        ba:7a:c8:10:2d:19:7d:ad:59:cf:a6:d4:e9:4e:0f:
        da:ae:52:ea:4c:9e:90:ce:c6:99:0d:4e:67:65:78:
        5d:f9:d1:d5:38:4a:4a:7a:8f:93:9c:7f:1a:a3:85:
        db:ce:fa:8b:f7:c2:a2:21:2d:9b:54:41:35:10:57:
        13:8d:6c:bc:29:06:50:4a:7e:ea:99:a9:68:a7:3b:
        c7:07:1b:32:9e:a0:19:87:0e:79:bb:68:99:2d:7e:
        93:52:e5:f6:eb:c9:9b:f9:2b:ed:b8:68:49:bc:d9:
        95:50:40:5b:c5:b2:71:aa:eb:5c:57:de:71:f9:40:
        0a:dd:5b:ac:1e:84:2d:50:1a:52:d6:e1:f3:6b:6e:
        90:64:4f:5b:b4:eb:20:e4:61:10:da:5a:f0:ea:e4:
        42:d7:01:c4:fe:21:1f:d9:b9:c0:54:95:42:81:52:
```

4 Der Befehl `mokutil --list-enrolled` zeigt unter anderem selbst erstellte MOKs an.

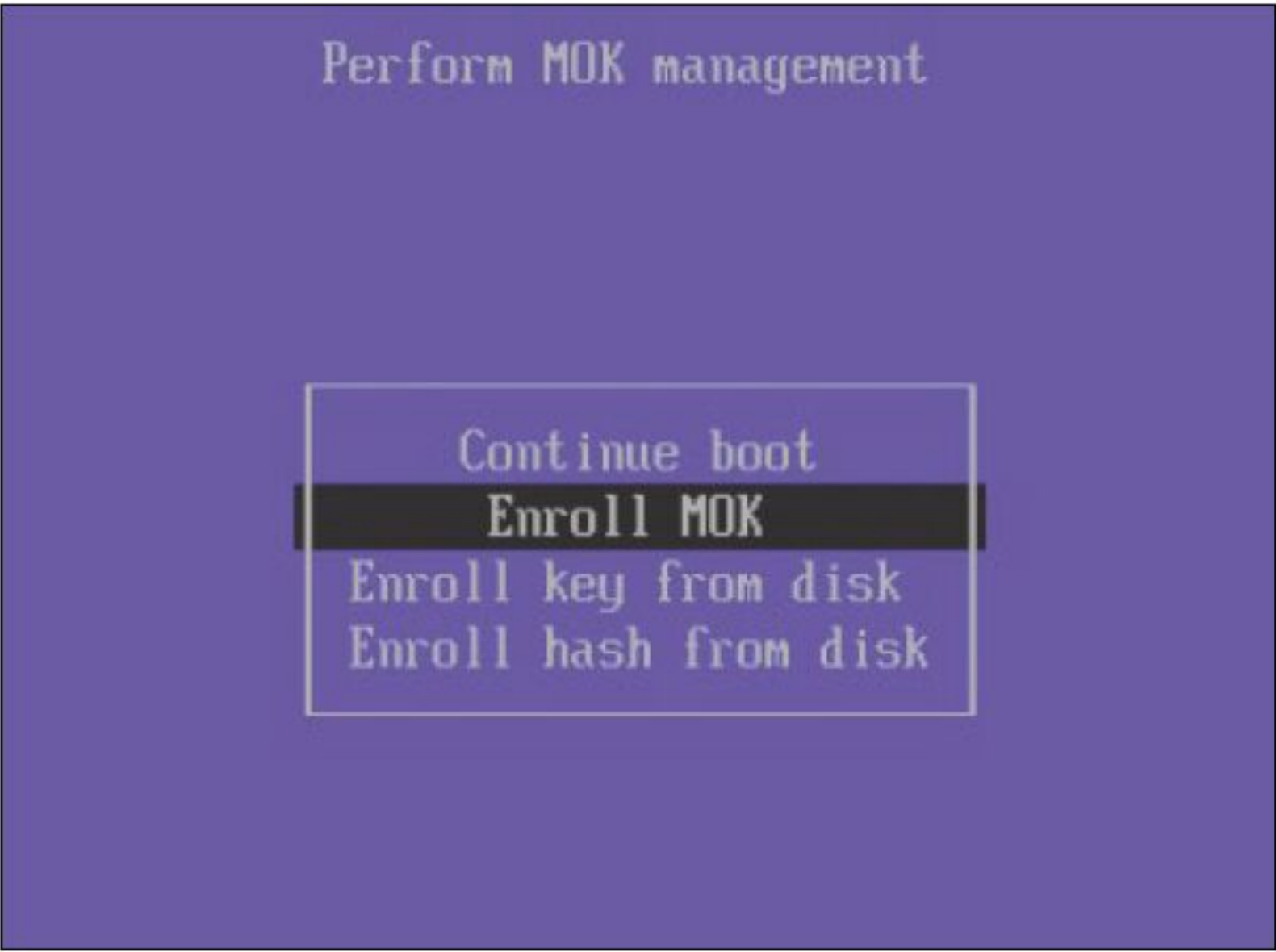
keine selbst kompilierten Kernel, spezielle Kernel-Module, angepasste Bootloader oder andere experimentelle Setups ins Spiel kommen. In solchen Fällen erlaubt ein selbst erstellter Schlüssel, diese Komponenten zu signieren und damit in die bestehende Vertrauenskette einzubinden. In Listing 3 sehen Sie den in Ihrem Home ausgeführten Befehl, mit dem Sie einen solchen Schlüssel erstellen und aktivieren. Als Ergebnis erhalten Sie den privaten Schlüssel (MOK.key) sowie das Zertifikat als Base64-Text (MOK.crt) und im Binärformat (MOK.der).

```
ft@sec-boot:~$ sudo strings /sys/firmware/efi/efivars/db-* | grep -E "Microsoft|Canonical"
Microsoft Corporation1200
)Microsoft Root Certificate Authority 20100
Microsoft Corporation1.0,
%Microsoft Windows Production PCA 20110
Microsoft Corporation1200
)Microsoft Root Certificate Authority 20100
Microsoft Corporation1
Microsoft Corporation1;09
2Microsoft Corporation Third Party Marketplace Root0
Microsoft Corporation1+0)
"Microsoft Corporation UEFI CA 20110
Microsoft Corporation1+0)
"Microsoft RSA Devices Root CA 20210
Microsoft Corporation1
Microsoft UEFI CA 20230
Thhttp://www.microsoft.com/pkiops/crl/Microsoft%20RSA%20Devices%20Root%20CA%202021.crl0r
Vhhttp://www.microsoft.com/pkiops/certs/Microsoft%20RSA%20Devices%20Root%20CA%202021.crt0
```

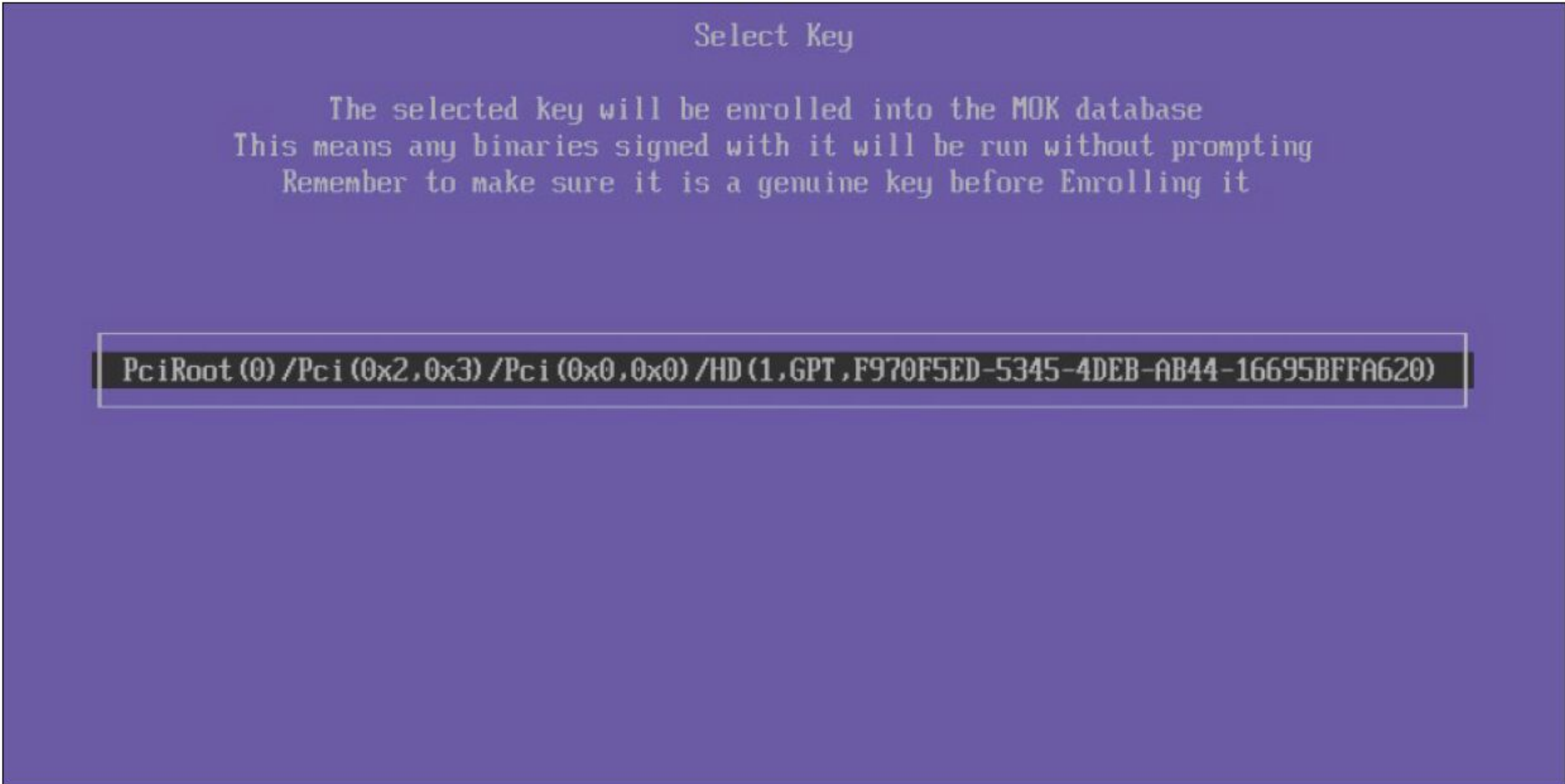
5 Über das Paket *efivar* lassen sich auch die Microsoft-Zertifikate anzeigen.

Listing 2: Schlüssel auslesen

```
$ mokutil --list-enrolled
$ sudo efi-readvar -v db
$ sudo strings /sys/firmware/efi/efivars/db-* | grep -E "Microsoft|Canonical"
```

6 Enroll MOK wählt den zuvor importierten Schlüssel aus und erwartet das zuvor erstellte Passwort zur Bestätigung.



7 Zum Schluss bestätigen Sie den Schlüssel, der anschließend eingebunden wird.

MOK einbinden

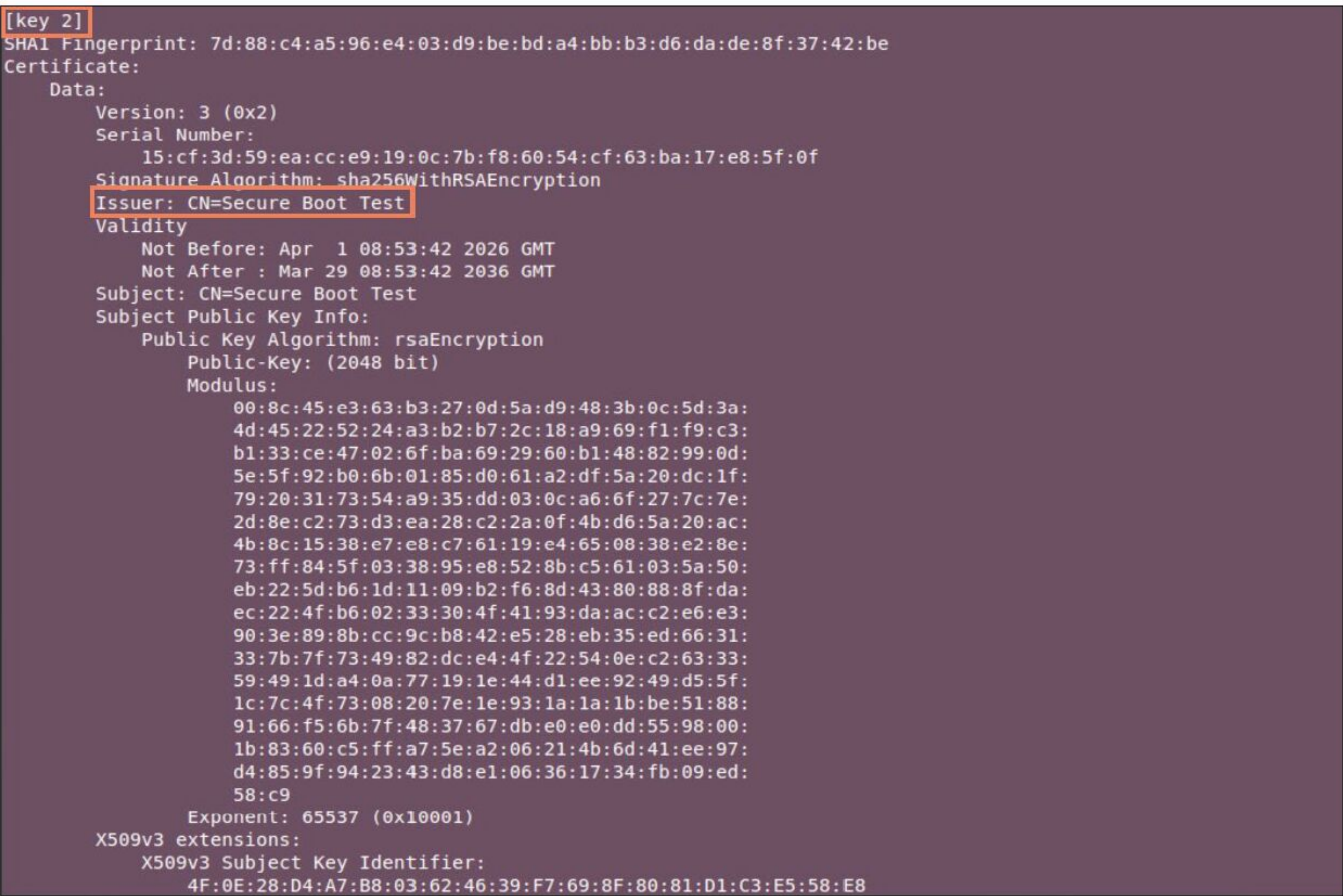
Danach starten Sie den Rechner neu und landen in einem blauen Bildschirm. Hier drücken Sie eine beliebige Taste und gelangen in das MOK-Management, in dem Sie auf *Enroll MOK* klicken 6. Daraufhin klicken Sie auf *Continue* und bestätigen die Integration mit *Yes*.

Danach wählen Sie *Enroll key from disk* und sehen, dass Ihr Schlüssel eingebunden wird 7. Den Erfolg überprüfen Sie mit dem Befehl `mokutil --list-enrolled` 8. Bei *Issuer* muss derselbe Eintrag auftauchen, den Sie bei der Schlüsselerzeugung hinter `-subj` angegeben haben, in unserem Fall `Secure Boot Test`.



Weitere Infos und interessante Links

www.linux-user.de/qr/53695



8 Zu guter Letzt überprüfen Sie den Erfolg der Schlüsseleinbindung.

Ein weiteres Werkzeug zum Verwalten von MOKs ist `Sbctl`. Während die Installation je nach Distro etwas anspruchsvoller ist, gestaltet sich das Schlüsselmanagement einfacher und bietet mehr Funktionalität als in unserem Beispiel.

Fazit

Bei Secure Boot handelt es sich um ein an sich technisch sinnvolles Konzept, das den Bootprozess effektiv absichert. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass die Umsetzung eng mit bestehenden Macht- und Vertrauensstrukturen verknüpft ist. Besonders im Linux-Umfeld lässt sich die gewünschte Sicherheit vielfach nur über Umwege und Kompromisse erreichen. Der Schlüsselwechsel im Sommer und Herbst 2026 verschärft diese Problematik noch. Weniger die Technik selbst ist das Risiko, sondern die Abhängigkeit von Zertifikaten, Herstellern und Update-Prozessen. Secure Boot bleibt damit ein zweischneidiges Werkzeug: ein Gewinn für die Sicherheit und unter Linux zugleich eine Herausforderung, was Offenheit und Kontrolle betrifft. (tle)

Listing 3: Eigener MOK

```
$ openssl req -new -x509 \
-newkey rsa:2048 \
-keyout MOK.key \
-out MOK.der -outform DER \
-nodes -days 3650 \
-subj "/CN=Secure Boot Test/"
```


Himmlich gut:

Das monatliche Pflichtmagazin für Nintendo-Fans



N-ZONE bequem online bestellen oder abonnieren unter:

shop.n-zone.de



© Shane Myers / 123RF.com

Grafische Frontends mit wxPython programmieren

Heiße Oberfläche

Python bringt in der Standardbibliothek Tkinter mit, ein bewährtes Werkzeug für die GUI-Entwicklung. Allerdings stört dessen etwas altbackenes Erscheinungsbild. wxPython verspricht einen moderneren Look. Markus Hoffmann

README

Die GUI-Bibliothek wxPython macht einen rundum ausgereiften Eindruck. Grafische Oberflächen damit umzusetzen, ist einfach, sofern man solide Kenntnisse in Python mitbringt. Dabei sehen die Widgets modern und ansprechend aus, wie das Beispiel eines GUI-Frontends für Dd demonstriert.

Hinter der Bibliothek wxPython [🔗](#) steckt ein plattformunabhängiger und quelloffener Wrapper, der auf der C++-Library wxWidgets [🔗](#) aufbaut. Damit gestalten Sie auf einfache Weise selbst komplexe Oberflächen in einem zeitgemäßen Look. Zum Installieren des Tools richten Sie am besten vorab im aktuellen Projektverzeichnis eine virtuelle Python-Umgebung ein. Das gewährleistet, dass sich später unterschiedliche Python-Pakete nicht ins Gehege kommen. Dazu benötigen Sie das Paket *python3-venv*. Der Befehl aus der ersten Zeile von [Listing 1](#) holt es unter Ubuntu und dessen Derivaten auf den Rechner.

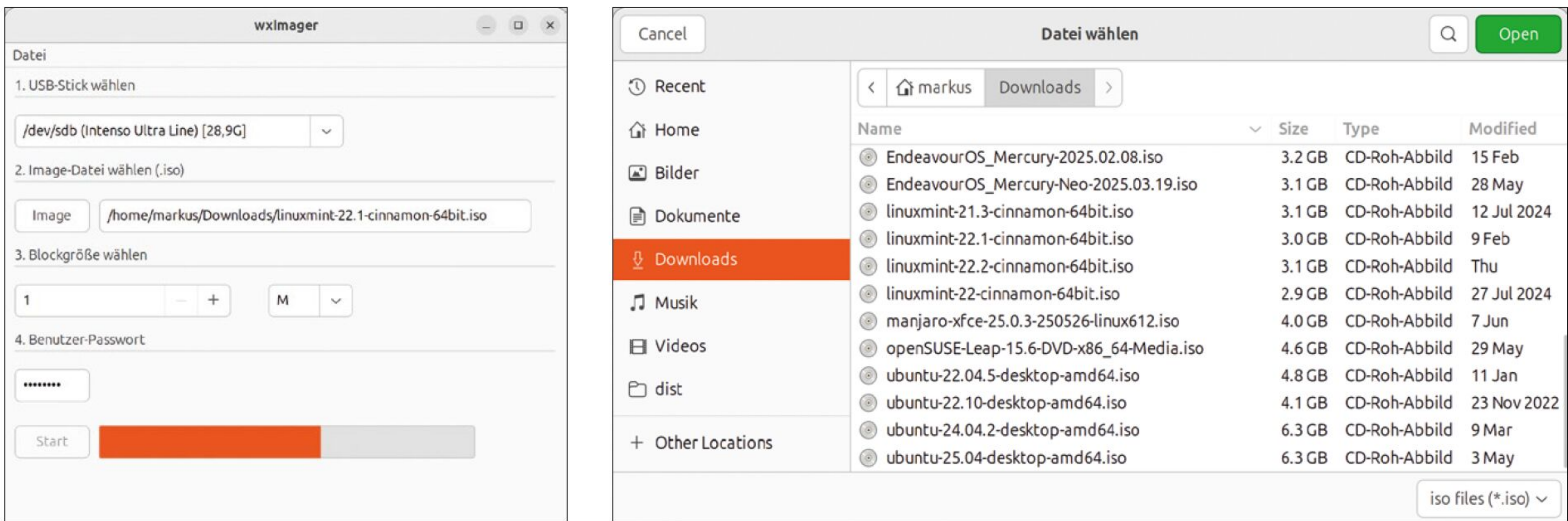
Falls noch nicht geschehen, installieren Sie im nächsten Schritt den Python-Paketmanager Pip (zweite Zeile). Anschließend lässt sich mithilfe des Kom-

mandos aus der dritten Zeile die virtuelle Python-Umgebung einrichten und aktivieren (letzte Zeile). War das Unterfangen erfolgreich, steht der Name der Umgebung (*.venv*) am Anfang des Prompts. Möchten Sie auf der Kommandozeile die virtuelle Umgebung wieder verlassen, genügt dazu ein *deactivate*.

wxPython einrichten

Bevor Sie die Library wxPython installieren, müssen Sie noch zwei Abhängigkeiten einspielen ([Listing 2](#), Zeile 2). Dasselbe gilt für das Python-Package *pyudev*, das unsere Beispielanwendung benötigt (Zeile 3).

Zu guter Letzt folgt wxPython selbst (Zeile 5). Gelingt die Installation auf diesem Weg nicht, steht die Bibliothek für viele Distributionen alternativ als Wheel-Datei [🔗](#) zur Verfügung. Der Aufruf aus der letzten Zeile in [Listing 2](#) spielt sie ein. Dabei müssen Sie die jeweils passende Version der Wheel-Datei herunterladen. Im Dateinamen steht hier zum Beispiel *cp312* für die CPython-Version 3.12. Allerdings gibt es die vorkompilierten Wheel-Dateien nicht für alle Distributionen.



- 1 Die Oberfläche unseres Demo-Frontends ...
- 2 ... umfasst einen Dialog zum Auswählen des zu transferierenden Images.

Die Beispiel-App

Im Folgenden demonstrieren wir die Anwendung von wxPython anhand einer Beispiel-App namens wxImager [1](#). Ihre GUI ist vollständig mit wxPython gestaltet. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine grafische Oberfläche für den Linux-Befehl dd. Die App kann damit ISO-Dateien [↗](#) von Linux-Distributionen bootfähig auf einen USB-Stick transferieren. Voraussetzung ist allerdings, dass es sich bei dem ISO um ein hybrides, also für das Booten von einem USB-Stick vorbereitetes, Abbild handelt. Für Distributions-ISOs trifft das in aller Regel zu. Zudem nutzt das Tool den normalerweise vorinstallierten Befehl lsblk, um die angeschlossenen USB-Sticks zu ermitteln.

Die Beispiel-App besteht lediglich aus einer einzelnen Python-Datei namens wxImager.py ([Listing 3](#)). Bevor Sie sie auf einen USB-Stick loslassen, bedenken Sie bitte, dass sie die kompletten Daten auf dem gewählten Stick überschreibt.

Die ersten sechs Zeilen der Beispiel-App importieren die notwendigen Pakete. Die objektorientierte App definiert daraufhin eine Klasse ImagerApp, die von der Klasse wx.App erbt. Der Konstruktor dieser Klasse initialisiert die Elemente der grafischen Oberfläche. Zeile 12 legt für das Anwendungsfenster das Widget wx.Frame() fest, für das die Parameter title und size den Titel und die Fenstergröße vorgeben.

Zeile 13 beschreibt mit der Methode Bind(), was geschieht, wenn beim Schließen des Anwendungsfensters ein

Ereignis wx.EVT_CLOSE auftritt: In diesem Fall greift die statische Methode app_close() aus Zeile 45 und beendet die Applikation sauber. Am Ende von [Listing 3](#) instanziiert der Code aus Zeile 146 ein Objekt der Klasse ImagerApp und startet in der darauffolgenden Zeile mithilfe von app.MainLoop() die Event-Queue. Sie hält das Programm offen und reagiert auf Ereignisse.

Zeile 14 legt ein Panel an, in dem der zuvor erwähnte Widget-Frame eingebettet wird. Die folgenden Zeilen definieren mit der Klasse wx.MenuBar() eine Menüleiste, die ein Menü Datei enthält (Zeile 17). Es umfasst das Menü-Item quit_item, das die Anwendung schließt (Zeile 18). Die folgenden Zeilen integrieren nach ähnlichem Schema unterschiedliche Widgets von wxPython. Beispielsweise zeigt die Klasse wx.StaticText Text an, wx.StaticLine zieht Trennlinien.

Ein zentrales Widget ist die wx.ComboBox. In Zeile 24 gibt die App damit die erkannten USB-Sticks aus. Dieses Kombinationsfeld lässt sich mit einer Reihe von Parametern gestalten. Der erste inte-

Listing 1: Vorarbeiten

```
$ sudo apt install python3-venv
$ sudo apt install python3-pip
$ python3 -m venv .venv
$ source .venv/bin/activate
```

Listing 2: Installation

```
01 ### Abhängigkeiten
02 $ sudo apt install libgtk-3-dev libgl1-mesa-dev
03 $ pip install pyudev
04 ### wxPython als Package
05 $ pip install wxPython
06 ### wxPython als Wheel-Datei
07 $ pip install wxpython-4.2.3-cp312-cp312-linux_x86_64.whl
```


Listing 3: wxImager.py (Fortsetzung auf S. 87)

```

001 import json
002 import os
003 import pyudev
004 import subprocess
005 import threading
006 import wx
007
008 class ImagerApp(wx.App):
009     def __init__(self):
010         super().__init__()
011         self.usb_monitor_thread = threading.Thread(
            target=self.start_usb_monitor, daemon=True)
012         frame = wx.Frame(None, title="wxImager", size=wx.Size(650, 600))
013         frame.Bind(wx.EVT_CLOSE, self.app_close)
014         self.panel = wx.Panel(frame)
015         menu_bar = wx.MenuBar()
016         file_menu = wx.Menu()
017         menu_bar.Append(file_menu, 'Datei')
018         quit_item = wx.MenuItem(file_menu, wx.ID_EXIT, '&Quit\tCtrl+Q')
019         file_menu.Append(quit_item)
020         frame.SetMenuBar(menu_bar)
021         self.Bind(wx.EVT_MENU, self.app_close)
022         label_usb_device = wx.StaticText(self.panel, label="1.
            USB-Stick wählen", pos=wx.Point(10, 10))
023         line_usb_device = wx.StaticLine(self.panel, size=wx.Size(575,
            2), style=wx.LI_HORIZONTAL, pos=wx.Point(10, 30))
024         self.usb_devices = wx.ComboBox(self.panel, size=wx.Size(350,
            35), pos=wx.Point(10, 50), style=wx.CB_READONLY)
025         label_source = wx.StaticText(self.panel, label="2. Image-Datei
            wählen (.iso)", pos=wx.Point(10, 100))
026         line_source = wx.StaticLine(self.panel, size=wx.Size(575, 2),
            style=wx.LI_HORIZONTAL, pos=wx.Point(10, 120))
027         button_image = wx.Button(self.panel, label="Image", pos=wx.
            Point(10, 140), size=wx.Size(80, 35))
028         button_image.Bind(wx.EVT_BUTTON, self.open_image_file)
029         self.image_file = wx.TextCtrl(self.panel, pos=wx.Point(100,
            140), size=wx.Size(460, 35), style=wx.TE_READONLY)
030         label_block_size = wx.StaticText(self.panel, label="3.
            Blockgröße wählen", pos=wx.Point(10, 190))
031         line_block_size = wx.StaticLine(self.panel, size=wx.Size(575,
            2), style=wx.LI_HORIZONTAL, pos=wx.Point(10, 210))
032         self.block_size = wx.SpinCtrl(self.panel, pos=wx.Point(10,
            230), size=wx.Size(230, 35), value="1", min=1, max=1024)
033         self.block_size_unit = wx.ComboBox(self.panel, choices=["M",
            "K", "B", "G", "MB", "KB", "GB"], size=wx.Size(90, 35), pos=wx.
            Point(280, 230), value="M", style=wx.CB_READONLY)
034         label_password = wx.StaticText(self.panel, label="4.
            Benutzer-Passwort", pos=wx.Point(10, 280))
035         line_password = wx.StaticLine(self.panel, size=wx.Size(575, 2),
            style=wx.LI_HORIZONTAL, pos=wx.Point(10, 300))
036         self.password = wx.TextCtrl(self.panel, pos=wx.Point(10, 320),
            size=wx.Size(80, 35), style=wx.TE_PASSWORD)

```

griert das Widget in das zuvor erstellte Panel, der zweite gibt mit `size` die Größe an. Der Parameter `pos` bestimmt die Position, an der das Widget im Panel erscheinen soll. Mit dem Wert `wx.CB_READONLY` macht der dritte Parameter `style` die Combobox nur lesbar.

Weitere wichtige Bedienelemente entstehen ebenfalls als `wx.Button`. Der erste Button (Zeile 27) öffnet einen Dateidialog, mit dem Sie eine ISO-Datei im Dateisystem auswählen **2**. In Zeile 28 legt die Methode `Bind()` für die zugewiesene Variable `button_image` einen Event-Handler fest, der auf das Ereignis `wx.EVT_BUTTON` reagiert. Es tritt ein, sobald der Nutzer auf den Button klickt, und führt die Methode `open_image_file()` in Zeile 69 aus. Innerhalb dieser Methode erzeugt `wx.FileDialog()` den passenden Dateidialog. Dank des Parameters `wildcard` (Zeile 74) erscheinen hier nur ISO-Dateien.

Der zweite Button (Zeile 37) startet den Transfer des ISO-Images auf den USB-Stick. Erneut verknüpft der Code nach demselben Muster eine Methode mit dem Button, dieses Mal `start_transfer_thread()` in Zeile 108. Der Transferprozess wird dabei nicht direkt ausgeführt, sondern in einen eigenen Thread ausgelagert. Anderenfalls kämen sich der Main-Thread, in dem sich die App und deren GUI befinden, und der Transferprozess ins Gehege. Das würde die App destabilisieren.

Threads kommen in der GUI-Entwicklung häufig zum Einsatz. Um den Transfer in einen Thread auszuführen, importiert Zeile 5 das Python-Modul `threading`. Der Code in Zeile 116 initialisiert einen Thread, der in der darauffolgenden Zeile startet. Bevor der eigentliche Transfer anläuft, zeigt Zeile 113 eine Sicherheitsabfrage an. Erst wenn der Anwender sie mit „Ja“ beantwortet, startet die Übertragung. Den eigentlichen Transfervorgang stößt die Methode `start_transfer()` in Zeile 123 an. Nach dessen Abschluss endet auch der Transfer-Thread und wird automatisch wieder aus dem Speicher entfernt.

Die Methode `start_transfer()` führt mittels des Moduls `subprocess` und dessen Klasse `Popen()` zwei Linux-Befehle aus (Zeile 125). Das bewerkstelligt ein mit `with` eingeleiteter Kontextmanager, der

bei Beendigung der Prozesse alle Ressourcen automatisch wieder freigibt. Der erste Prozess führt den Befehl `echo` aus und dient der Übergabe des eingegebenen Passworts an den Befehl `dd`, da dieses Kommando Root-Rechte voraussetzt.

Als ersten Parameter übergeben Sie der Klasse `Popen()` das auszuführende Shell-Kommando samt Argumenten als Liste von Strings mit den einzelnen Bestandteilen des Kommandos, also `["echo", self.get_password()]`. Die Hilfsfunktion `get_password()` (ab Zeile 96) liest das Passwortfeld mit der Methode `GetLineText(0)` aus.

Zentraler Prozess

Beim zweiten Prozess handelt es sich um die zentrale Aktion, die per `dd` die ausgewählte ISO-Datei auf den USB-Datenträger transferiert. Mit der Option `-S` nimmt Sudo das Kennwort des ersten Prozesses an. Damit das funktioniert, muss der zweite Prozess mit dem Parameter `stdin=p1.stdout` die Standardausgabe des ersten Prozesses als Standardeingabe empfangen.

Auch hier braucht es drei Hilfsfunktionen, die das ausgewählte ISO-Image mit `get_image_file()` (Zeile 99) ermitteln und mit `get_usb_drive()` (Zeile 102) den gewählten USB-Stick festlegen. Die dritte Funktion `get_block_size` in Zeile 105 definiert die Blockgröße für den Transfer. Um sie in der grafischen Oberfläche von `wxlmager` einstellen zu können, nutzen Sie das Steuerelement `wx.SpinCtrl()` in Zeile 32.

Bitte beachten Sie die Option `status=progress` des Befehls `dd`, die beim Ausführen darüber Auskunft gibt, wie viele Bytes der Prozess bisher schon übertragen hat. Auf eben dieser Angabe fußt die grafische Fortschrittsanzeige `wx.Gauge()` von wxPython in Zeile 39. Damit das Tool den Fortschrittsbalken anzeigt, liest der Code aus Zeile 128 die Standardausgabe des zweiten Prozesses mit `p2.stdout` in einer For-Schleife aus. Diese Schleife wird so lange durchlaufen, bis der Befehl `dd` keine neue Zeile mehr ausgibt und der Vorgang damit endet.

Die Routine prüft bei jedem Schleifendurchgang, ob es eine neue Zeile gibt. Ist das der Fall, wird die in der Variable `line` gespeicherte Ausgabezeile mithilfe der

Listing 3: `wxlmager.py` (Fortsetzung von S. 86)

```

037     self.button_start = wx.Button(self.panel, label="Start",
038                                   pos=wx.Point(10, 380), size=wx.Size(80, 35))
039     self.button_start.Bind(wx.EVT_BUTTON,
040                             self.start_transfer_thread)
041     self.progressbar = wx.Gauge(self.panel, range=100,
042                                 size=wx.Size(400, 35), pos=wx.Point(100, 380))
043     self.load_usb_devices(self)
044     self.start_usb_monitor_thread()
045     frame.Show(True)
046
047     @staticmethod
048     def app_close(event):
049         os._exit(0)
050
051     def start_usb_monitor(self):
052         context = pyudev.Context()
053         monitor = pyudev.Monitor.from_netlink(context)
054         monitor.filter_by('block')
055         monitor.start()
056         for device in iter(monitor.poll, None):
057             self.load_usb_devices(self)
058
059     def start_usb_monitor_thread(self):
060         self.usb_monitor_thread.start()
061
062     def load_usb_devices(self, arg):
063         self.usb_devices.Clear()
064         with subprocess.Popen(["lsblk", "-d", "-o", "name,vendor,
065                               model,size,tran", "--json"], stdout=subprocess.PIPE,
066                               stderr=subprocess.PIPE) as process:
067             output, exception = process.communicate()
068             devices = json.loads(output.decode())
069             for device in devices["blockdevices"]:
070                 if device["tran"] == "usb" and float(device["size"].
071                                                         rstrip(device["size"][-1]).replace(",", ".")) if device["size"][-1].
072                                                         isalpha() else device["size"].replace(",", ".")) > 0:
073                     self.usb_devices.Append(
074                         f"/dev/{device['name'].strip()} ({device['vendor'].
075                                                         strip()} {device['model'].strip()} [{device['size'].strip()}]")
076
077     def open_image_file(self, arg):
078         dlg = wx.FileDialog(
079             None, message="Datei wählen",
080             defaultDir="~",
081             defaultFile="",
082             wildcard="iso files (*.iso)|*.iso"
083         )
084         if dlg.ShowModal() == wx.ID_OK:
085             file = dlg.GetPath()
086             self.image_file.SetValue(file)
087             self.image_file.SetToolTip(file)

```


Listing 3: wxlmager.py (Fortsetzung von S. 87)

```

080     dlg.Destroy()
081
082     def update_progressbar(self, percent):
083         self.progressbar.SetValue(percent)
084
085     @staticmethod
086     def success_dialog():
087         wx.MessageBox("Transfer erfolgreich!", "Info",
088             wx.ICON_INFORMATION)
089
090     @staticmethod
091     def error_dialog():
092         wx.MessageBox("Transfer fehlgeschlagen!", "Fehler",
093             wx.ICON_ERROR)
094
095     def get_image_size(self):
096         return os.stat(self.image_file.GetLabelText(0)).st_size
097
098     def get_password(self):
099         return self.password.GetLabelText(0)
100
101     def get_image_file(self):
102         return self.image_file.GetLabelText(0)
103
104     def get_usb_drive(self):
105         return self.usb_devices.GetStringSelection().split()[0]
106
107     def get_block_size(self):
108         return str(self.block_size.GetValue()) +
109             self.block_size_unit.GetStringSelection()
110
111     def start_transfer_thread(self, arg):
112         self.button_start.Disable()
113         self.progressbar.SetValue(0)
114         dlg = wx.MessageDialog(self.panel, "Vorgang starten? Löscht
115             alle Daten vom USB-Gerät!", style=wx.YES_NO | wx.ICON_WARNING)
116         dlg.SetYesNoLabels('Ja', 'Nein')
117         answer = dlg.ShowModal()
118         dlg.Destroy()
119         if answer == wx.ID_YES:
120             transfer_thread = threading.Thread(
121                 target=self.start_transfer)
122             transfer_thread.start()
123         elif answer == wx.ID_NO:
124             self.button_start.Enable()
125         else:
126             self.button_start.Enable()
127
128     def start_transfer(self):
129         try:

```

Methode `splitlines()` in einzelne Substrings zerlegt. Als Trennzeichen dient standardmäßig das Leerzeichen. Der Code in Zeile 131 ermittelt, ob es sich beim ersten Teil der dd-Ausgabe um eine Ganzzahl handelt (die Anzahl schon übertragener Bytes) und ob beim zweiten String das Wort „bytes“ steht. Trifft beides zu, dann errechnet der Aufruf in Zeile 133 über einen Dreisatz aus übertragenen Bytes und der Dateigröße den Fortschritt in Prozent. Die Dateigröße des ISO-Images wird in Zeile 93 mit der Methode `get_image_size()` bestimmt.

Wichtig ist, dass der grafische Fortschrittsbalken nicht im Transfer-Thread aktualisiert wird, sondern mit der Funktion `wx.CallAfter()` außerhalb im Haupt-Thread. Da wxPython nicht Thread-sicher ist, müssen alle GUI-Updates im Haupt-Thread erfolgen. Die wxPython-Funktion `wx.CallAfter()` in Zeile 134 nimmt als Parameter die auszuführende Methode (`update_progressbar` aus dem Haupt-Thread in Zeile 82) und den gerade errechneten Prozentsatz `percent` des Fortschritts entgegen. Die Fortschrittsanzeige von wxPython kennt die Methode `SetValue()`, mit der sich der aktuelle Wert entsprechend des Prozentsatzes `percent` einstellen lässt.

Hat alles reibungslos geklappt, prüft der Code in Zeile 137, ob die Anzahl der transferierten Bytes der Dateigröße des ISO-Images entspricht. Ist das der Fall, öffnet die Hilfsfunktion aus Zeile 86 eine `wx.MessageBox()`. Da es sich bei der `MessageBox` wieder um ein GUI-Element im Haupt-Thread handelt, muss hier erneut die wxPython-Funktion `wx.CallAfter()` die Methode `success_dialog` aufrufen. Letztere wiederum öffnet das Widget `wx.MessageBox` mit den entsprechenden Parametern. Tritt beim Transfer dagegen ein Fehler auf, fängt ihn die Ausnahme ab Zeile 140 ab. Einfachheit halber taucht an dieser Stelle nur ein allgemeiner Fehlerdialog auf.

Ein weiteres interessantes Widget ist das Textfeld `wx.TextCtrl()`. Es dient einerseits zur Anzeige der ausgewählten ISO-Datei und andererseits zur Eingabe des Benutzerpassworts. Das Textfeld zur Anzeige der ISO-Datei in Zeile 29 macht den Parameter `style=wx.TE_READONLY` nur lesbar. Der Aufruf in Zeile 36 deklariert mithilfe des Parameters `style=wx.`

TE_PASSWORD das Textfeld zur Eingabe des Benutzerpassworts als Passwortfeld, sodass das eingegebene Passwort nicht zu sehen ist.

Damit das Beispielwerkzeug erkennt, dass ein USB-Stick angeschlossen wurde, läuft im Hintergrund ein eigener Daemon-Thread, den der Code in Zeile 11 anlegt. In Zeile 41 wird im Konstruktor dieser Thread gleich am Anfang beim Programmstart ausgeführt und läuft permanent im Hintergrund. Dadurch wird in Zeile 48 die Methode `start_usb_monitor()` aufgerufen, die mithilfe von `pyudev` einen Monitordienst einrichtet. `Pyudev` ist ein Python-Binding für die Geräte- und Hardwaremanagementbibliothek `libudev` unter Linux.

In der Methode `start_usb_monitor()` führt der Code in Zeile 53 eine Schleife aus. Sie ruft regelmäßig die Methode `load_usb_devices()` in Zeile 59 auf, die über `subprocess.Popen()` den Befehl `lsblk` ausführt. Mit dessen Optionen `-d` und `-o` lassen sich hardwarespezifische Infos über die angeschlossenen Blockgeräte ermitteln. Damit die Informationen im Datenformat JSON herauskommen, fügen Sie zusätzlich das Argument `--json` an.

Das Kommando in Zeile 63 wertet die JSON-Daten aus. Damit nur Blockgeräte angezeigt werden, die per USB angeschlossen sind, prüft der Code in Zeile 65, ob im JSON-String dem Namen `device["tran"]` der Wert `usb` zugewiesen wurde. Falls ja, fügt Zeile 66 der Combo-Box `usb_devices` in der GUI das jeweilige USB-Gerät mit einem f-String hinzu.

PyInstaller

Um die Imager-App nicht immer über das Kommando `python3 wxImager.py` im Terminal ausführen zu müssen, konvertieren Sie sie mit dem Kommandozeilenbefehl `pyinstaller` in eine eigenständige, ausführbare Datei. Dafür müssen Sie nur `PyInstaller` mit `pip install pyinstaller` einrichten. Danach genügt ein `pyinstaller --onefile wxImager.py` im Projektverzeichnis. Als Resultat erhalten Sie eine ausführbare Datei im Unterordner `dist`. Sie lässt sich unter allen gängigen Linux-Distributionen ausführen und setzt keinerlei Abhängigkeiten voraus.

Fazit und Ausblick

Die Beispielapplikation ließe sich weiter verfeinern, zum Beispiel mit einer Schaltfläche, die den Transfervorgang jederzeit bei Bedarf stoppt. Das würde jedoch den Quellcode deutlich verkomplizieren, da man Threads respektive Prozesse in Python nicht ohne Weiteres abbrechen kann. Außerdem könnten Sie die Widgets der GUI dynamisch durch einen Layout-Manager wie `wx.GridBagSizer` verwalten lassen, statt sie wie im Beispiel fest zu positionieren.

Die Bibliothek `wxPython` macht alles in allem einen rundum ausgereiften Eindruck. Grafische Oberflächen damit umzusetzen, ist keine große Sache, sofern man solide Kenntnisse in Python mitbringt. Dabei sehen die Widgets ansprechend und modern aus. (jcb/jlu) ■

Dateien zum Artikel
herunterladen unter

www.linux-user.de/dl/53718



Weitere Infos und
interessante Links

www.linux-user.de/qr/53718

Listing 3: `wxImager.py` (Fortsetzung von S. 88)

```
125     with subprocess.Popen(["echo", self.get_password()],
126                             stdout=subprocess.PIPE) as p1, subprocess.Popen(["sudo", "-S",
127                                     "dd", f'if={self.get_image_file()}', f'of={self.get_usb_drive()}',
128                                     f'bs={self.get_block_size()}', "status=progress", "oflag=dsync"],
129                                     stdin=p1.stdout, stdout=subprocess.PIPE, stderr=subprocess.STDOUT,
130                                     text=True) as p2:
131         file_size = self.get_image_size()
132         percent = 0
133         for line in p2.stdout:
134             if line != '':
135                 output = line.splitlines()
136                 if output[0].split(" ")[0].isdigit() and
137                    output[0].split(" ")[1].lower() == "bytes":
138                     transferred_bytes = int(output[0].split(" ")[0])
139                     percent = int(((transferred_bytes * 100) /
140                                   file_size))
141                     wx.CallAfter(self.update_progressbar, percent)
142             else:
143                 continue
144             if transferred_bytes == file_size:
145                 wx.CallAfter(self.success_dialog)
146                 self.button_start.Enable()
147             except (IndexError, IOError, UnboundLocalError, Exception) as
148                 e:
149                     wx.CallAfter(self.error_dialog)
150                     self.button_start.Enable()
151                     print(e)
152
153 if __name__ == "__main__":
154     app = ImagerApp()
155     app.MainLoop()
```




SANTI | PCGH
Video-Nerd



LUKAS | N-ZONE
Nintendo-Nerd



VIVIEN | PC Games
Horror-Nerd



RAFF | PCGH
Grafikkarten-Nerd



TANJA | PC Games
MMORPG-Nerd



ANNIKA | play5
Zauber-Nerd



MATTHIAS | PC Games
Sci-Fi-Nerd




SASCHA
PC Games | play5
Fantasy-Nerd

Folgt uns:     



Wir lieben es.

Wir leben es.

- Lieblingsthemen: Gaming. IT. Entertainment.
- Mehr Stories. Mehr Hintergründe. Mehr Herz. 
- Gründlicher. Übersichtlicher. Unterhaltsamer.
- Magazine. Apps. Webseiten. Streams. Podcasts.
Und mehr.

Computec Media.
Von Nerds für Nerds.

COMPUTEC
marquard group

shop.computec.de | Oder in eurem Store nach dem Magazin-Namen suchen:





Sie fragen sich, wo Sie maßgeschneiderte Linux-Systeme und kompetente Ansprechpartner zu Open-Source-Themen finden? Der IT-Profimarkt weist Ihnen hier als zuverlässiges Nachschlagewerk den richtigen Weg. Die im Folgenden gelisteten Unternehmen beschäftigen Experten auf ihrem Gebiet und bieten

hochwertige Produkte und Leistungen. Die exakten Angebote jeder Firma entnehmen Sie deren Homepage. Der ersten Orientierung dienen die Kategorien Hardware, Software, Seminaranbieter, Systemhaus, Netzwerk/TK sowie Schulung/Beratung. Der IT-Profimarkt-Eintrag ist ein Service von Linux-Magazin und LinuxUser. Besonders komfortabel finden Sie einen Linux-Anbieter in Ihrer Nähe online über die Umkreis-Suche. Schauen Sie einfach einmal rein unter <http://www.it-profimarkt.de>.

Weitere Informationen:

Compute Media GmbH
Anzeigenabteilung
Dr.-Mack-Str. 83
D-90762 Fürth

Tel.: +49 (0) 911 / 2872-252
Fax: +49 (0) 911 / 2872-21

E-Mail: anzeigen@linux-user.de

IT-Profimarkt									
1 = Hardware 2 = Netzwerk 3 =Systemhaus 4 = Seminaranbieter 5 = Software 6 = Schulung/Beratung									
Firma	Anschrift	Telefon	Web	1	2	3	4	5	6
Schlittermann internet & unix support	01099 Dresden, Tannenstraße 2	0351-802998-1	www.schlittermann.de	✓	✓			✓	✓
Heinlein Support GmbH	10119 Berlin, Schwedter Straße 8/9b	030-405051-0	www.heinlein-support.de		✓	✓	✓	✓	✓
TUXMAN Computer	10369 Berlin	030-97609773	www.tuxman.de	✓	✓		✓	✓	✓
PC-COLLEGE Training GmbH	10963 Berlin, Stresemannstraße 78	0800-5777333	linux.pc-college.de				✓		✓
Compaso GmbH	13125 Berlin, Achillesstraße 61	030-326933-0	www.compaso.de	✓	✓	✓		✓	✓
Sybuca GmbH	20459 Hamburg, Herrengraben 26	040-27863190	www.sybuca.de	✓	✓	✓		✓	✓
talicom GmbH	30169 Hannover, Calenberger Esplanade 3	0511-123599-0	www.talicom.de	✓	✓	✓			✓
HECKER CONSULTING	40231 Düsseldorf, Erkrather Straße 401	0211-54248040	www.hco.de				✓		✓
Linux-Systeme GmbH	45277 Essen, Langenberger Straße 179	0201-298830	www.linux-systeme.de	✓	✓	✓		✓	✓
Linuxhotel GmbH	45279 Essen, Antonienallee 1	0201-8536-600	www.linuxhotel.de				✓		

Anzeige



ONLINE

NEWSLETTER FÜR IT-PROFIS

Newsletter

News

Stadt Dortmund prüft Einsatz freier Software und offener Standards
Die Stadt Dortmund hat das Projekt freie Software und offene Standards als Bestandteil ihres Masterplans für die digitale Stadtverwaltung aufgenommen. In den...

- Tagesaktuelle IT-News
- Security-Infos des DFN-CERT
- Online-Stellenmarkt

Jetzt kostenfrei abonnieren! www.linux-magazin.de/subscribe

IT-Profimarkt

dass IT GmbH	50674 Köln, Händelstraße 25-29	0221-3565666-0	www.dass-it.de	✓	✓	✓	✓	✓
os-cillation GmbH	57072 Siegen, Hohler Weg 75	0271-313680	www.os-cillation.de			✓	✓	✓
LinuxHaus Stuttgart	70565 Stuttgart, Hessenwiesenstraße 10	0711-2851905	www.linuxhaus.de	✓	✓	✓	✓	✓
Manfred Heubach EDV und Kommunikation	73730 Esslingen, Hindenburgstraße 171	0711-4904930	www.heubach-edv.de	✓	✓	✓		✓
in-put – Das Linux-Systemhaus GmbH	75179 Pforzheim, Kurze Steig 31	07231-440785 -0	www.in-put.de	✓	✓	✓	✓	✓
Tralios IT GmbH	76133 Karlsruhe, Douglasstraße 24-26	0721-94269664	www.tralios.de	✓	✓	✓	✓	✓
Bodenseo	78224 Singen, Pomeziastraße 9	07731-1476120	www.bodenseo.de				✓	✓
InnoLinTec GmbH	79098 Freiburg, Colombistraße 17	0761-79028957	www.innolintec.eu	✓	✓		✓	✓
Concat AG	81829 München, Konrad-Zuse-Platz 8	089-89080500	www.synergysystems.de	✓	✓	✓	✓	✓
B1 Systems GmbH	85088 Vohburg, Osterfeldstraße 7	08457-931096	www.b1-systems.de		✓	✓	✓	✓
Tuxedo Computers GmbH	86159 Augsburg, Alter Postweg 101	0821-89982992	www.tuxedocomputers.com	✓			✓	✓
OSTC Open Source Training and Consulting GmbH	90425 Nürnberg, Waldemar-Klink-Straße 10	0911-3474544	www.ostc.de	✓	✓	✓	✓	✓
Thomas-Krenn.AG	94078 Freyung, Speltenbach-Steinacker 1	08551-9150-400	www.thomas-krenn.com	✓				
LinuxCampus.net	A-2700 Wiener Neustadt, Brodtischgasse 4	+43 (0)2622-42255-20	www.LinuxCampus.net				✓	✓
Siedl Networks GmbH	A-3500 Krems a. d. Donau, Dr.-Franz-Wilhelm-Str. 2	+43 (0)2732-71545-0	www.siedl.net	✓	✓	✓	✓	✓
CATATEC	CH-3013 Bern, Dammweg 43	+41 (0)31-3302630	www.catatec.ch		✓		✓	✓

Anzeigen

COMMUNITY-EDITION

CC-Lizenz:
Frei kopieren und weiter verteilen!

Jeden Monat 30 Seiten als kostenloses PDF!

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

Garantierte Linux mit dem Cosmic-Desktop im Test
Zu den Sternen

Die auf Arch Linux basierende Distribution Garuda bietet erstmals einen Live-Spin mit der neuen Desktop-Umgebung Cosmo an.
Arno Linke

Das Live-System
Im Leben der DSD-Spezialisten von Linux User Magazine ist das Live-System ein Thema, das immer wieder auf der Agenda steht. Das ist auch der Grund, warum wir in der Community-Edition einen Live-Spin mit dem Cosmic-Desktop im Test anbieten. Dieser Spin ist eine Live-CD, die das gesamte System von Linux User Magazine enthält. Sie können das System ausprobieren, ohne es installieren zu müssen. Das ist ideal für diejenigen, die das System testen möchten, bevor sie es installieren. Der Spin enthält auch eine Reihe von Tools und Dokumenten, die Ihnen bei der Installation und dem Betrieb des Systems helfen. Wenn Sie das System installieren, können Sie es auch als Live-System verwenden. Das ist ideal für diejenigen, die das System testen möchten, ohne es installieren zu müssen. Der Spin enthält auch eine Reihe von Tools und Dokumenten, die Ihnen bei der Installation und dem Betrieb des Systems helfen. Wenn Sie das System installieren, können Sie es auch als Live-System verwenden. Das ist ideal für diejenigen, die das System testen möchten, ohne es installieren zu müssen.

Webmin: Serverdienste überwachen S. 68

linuxUSER
05.2026

Systemnahe Open-Source-Werkzeuge für mehr Komfort im Arbeitsalltag
SYSTEMHELPER

schlittermann.de

- Linux-Erfahrung seit 1992
- Ihr Dienstleister seit 1998
 - GNU / Linux
 - Netzwerke
 - Systeme
- Mailsysteme
 - sicher: DANE, DNSSEC, TLS/SSL
 - flexibel: Exim (SMTP), Dovecot (POP3/IMAP)
- Exim - MTA
 - Consulting
 - Schulung
 - Entwicklung



internet & unix support
Tannenstr. 2, 01099 Dresden
Tel./Fax: +49 351 8029981/83
Mail: info@schlittermann.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 Reuß (csi), carina.schipper@computec.de
Redaktion	Uli Bantle (uba), ulrich.bantle@computec.de János Kapuvári (jak), janos.kapuvári@computec.de Thomas Leichtenstern (tle), thomas.leichtenstern@computec.de
Linux-Community	Jörg Luther, joerg.luther@computec.de
Datenträger	Thomas Leichtenstern (tle), cdredaktion@linux-user.de
Ständige Mitarbeiter	Erik Bärwaldt, Frank Hofmann, Peter Kreußel, Claudia Meindl, Thomas Reuß, Tim Schürmann (tsc), Anna Simon, Daniel Tibi, Ferdinand Thommes, Uwe Vollbracht, Harald Zisler
Titel & Layout	Titel: Judith Erb Titelmotiv: David Sandonato, 123RF.com Layout: Judith Erb
Sprachlektorat	Stefan Gneiting, Sabine Schmitt
Produktion	Martin Closmann (Ltg.), martin.closmann@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 Meißberg 1, 20086 Hamburg http://www.dermedienvertrieb.de
Druck	EDS Zrínyi Zrt., Nádas utca 8, 2600 Vác, Ungarn
ISSN	1615-4444

marquard group

Unternehmen und Marken:
4NETPLAYERS, GOLEM, ODIN, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE,
BUFFED, GAMES AKTUELL, GAMESWORLD, GAMESZONE, LINUX-MAGAZIN,
LINUX-COMMUNITY, LINUXUSER, RASPBERRY PI GEEK,
N-ZONE, PLAY 5, VIDEOGAMESZONE

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 Schülerscheines 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.

Veranstaltungen

15.-17.05.2026 TDF5 – Tübinger Tage der digitalen Freiheit Tübingen https://tdf.cttue.de	04.07.2026 Tübix 2026 Tübingen https://www.tuebix.org/
21.-25.05.2026 Matrix Community Summit 2026 Berlin https://matrix-community.events	08.-12.07.2026 DWeb Camp 2026 Wiesenburg https://dwebcamp.org/berlin-2026/
04.-07.06.2026 24. Gulaschprogrammierenacht Karlsruhe https://gulas.ch	04.-09.08.2026 Fedicamp Gedelitz https://fedi.camp
07.-09.06.2026 Berlin Buzzwords Berlin https://2026.berlinbuzzwords.de	15.-16.08.2026 FrOSCon 2026 Sankt Augustin https://froscon.org
12.-14.06.2026 Chaos Singularity 2026 Biel, Schweiz https://cosin.ch/de	29.-30.08.2026 MiniDebConf Winterthur 2026 Winterthur, Schweiz https://ch2026.mini.debconf.org
14.-16.06.2026 Flock 2026 Prag, Tschechien https://fedoraproject.org/flock/	09.-13.09.2026 EuroBSDCon 2026 Brüssel, Belgien https://2026.eurobsdcon.org
18.-20.06.2026 DevConf.CZ Brünn, Tschechien https://www.devconf.info/cz/	

Autoren

Erik Bärwaldt	VailuxOS: Nahtloser Wechsel von Windows zu Linux	6
	Wiki-Software für Freiberufler und kleine Büros	22
	Bequeme Datensicherung mit Minarca	30
	ChromiumOS-Derivat OpenFyde für den RasPi	58
	Im Test: KI-Beschleuniger Raspberry Pi AI HAT+ 2	62
	Systeminformationen und Benchmarks mit Hardinfo2	68
Markus Hoffmann	Grafische Frontends mit wxPython programmieren	84
Frank Hofmann	10 Jahre Rencontres Hivernales du Libre	14
Peter Kreußel	Systemadministration mit Cockpit unter Leap 16.0	46
Christoph Langner	Typst und Typesetter: Textsatz im Jahr 2026	16
	Ghostty: Ein moderner Terminalemulator für Linux	72
Claudia Meindl	Fotomontagen mit Gimp 3.0 erstellen	54
Ferdinand Thommes	Sudo-Alternative Doas erleichtert Rechteverwaltung	36
	Secure Boot verstehen und einrichten	78
Daniel Tibi	Persönliche Daten in KI-Prompts zuverlässig maskieren	42
Uwe Vollbracht	Angetestet: Aktuelle Software im Kurztest	10

Inserenten

Computec Media GmbH	www.computec.de	90
Fernschule Weber GmbH	www.fernschule-weber.de	11
Golem.de	www.golem.de	100
IT-Profimarkt	www.it-profimarkt.de	33
Linux-Community	www.linux-community.de	21, 45, 71, 95
Linux-Magazin	www.linux-magazin.de	67
Linux-Magazin Online	www.linux-magazin.de	27, 39, 73, 92
LinuxUser	www.linux-user.de	13, 35, 43, 51, 93, 97
N-ZONE	www.n-zone.de	83
PC Games	www.pcgames.de	41
PC Games Hardware	www.pcgameshardware.de	53, 99
Raspberry Pi Geek	www.raspberry-pi-geek.de	9
Schlittermann	www.schlittermann.de	93
TUXEDO Computers GmbH	www.tuxedocomputers.com	2



WISSEN, WIE DER HASE LÄUFT!

- 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

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 darauf, dass es sich in diesem Fall eigentlich um eine einzige Eingabezeile handelt, die lediglich aus Platzgründen im Druck umgebrochen werden musste.

Die Kursivierung kann außer 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 zu betätigen sind. 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 herunterladen 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/53102



Weitere Infos und
interessante Links

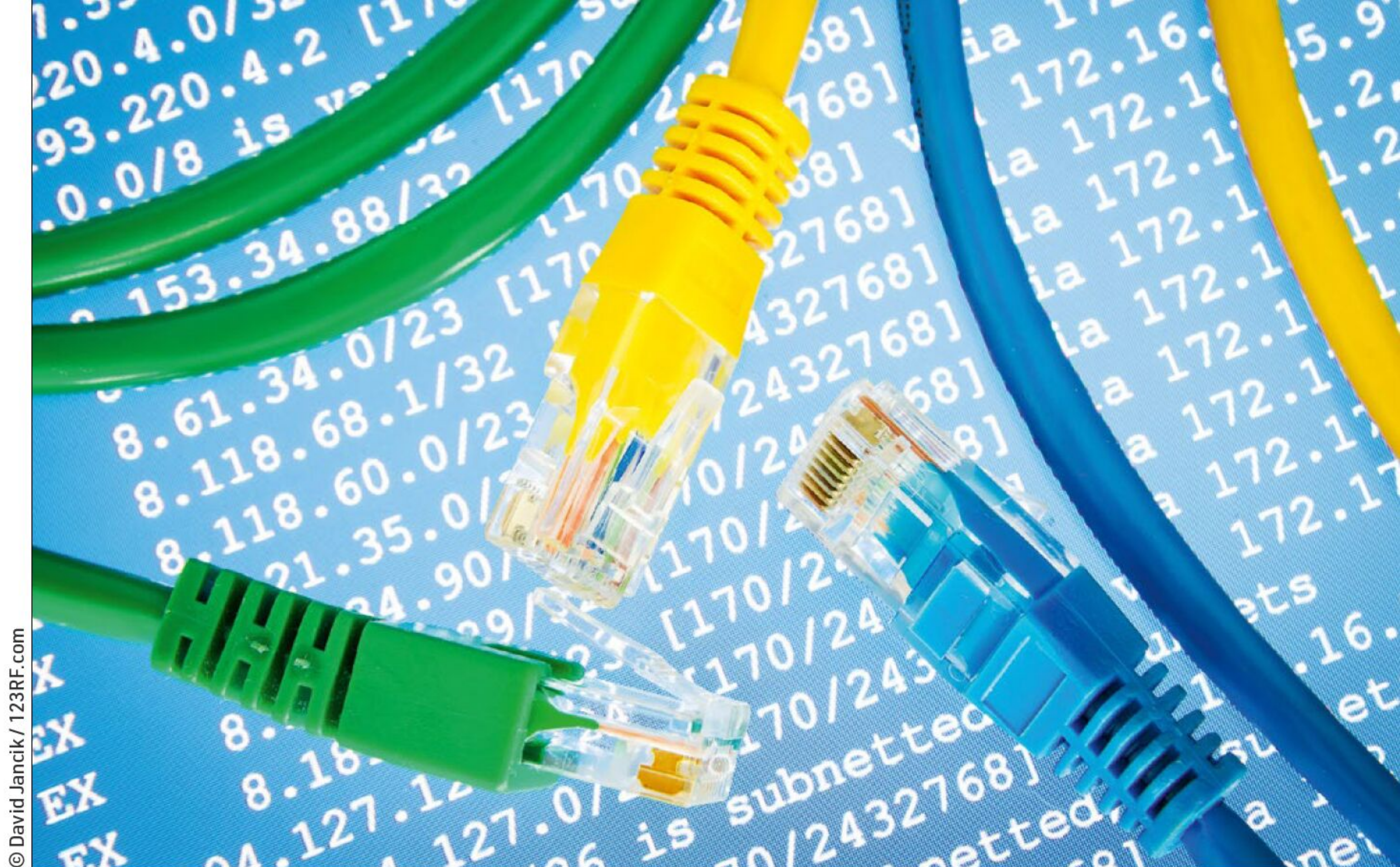
www.linux-user.de/53102

Vorschau auf 07/2026

Die nächste Ausgabe
erscheint am 19.06.2026

Netzwerk im Griff

Im Schwerpunkt der nächsten Ausgabe geht es um Tools für das Netzwerk. Mit Sniffnet bringen Sie in Erfahrung, welche Programme Netzwerkverkehr erzeugen und mit welchen Gegenstellen im LAN und Internet sie kommunizieren. Little Snitch für Linux ist eine auf Prozessebene operierende Application Firewall für ausgehende Netzwerkverbindungen, die Sie komfortabel per Web-Interface steuern. Unter Wayland funktionieren liebgewonnene Helfer für den Remote-Zugriff wie X2go oder Thinlinc nicht mehr. Wir sehen uns an, mit welchen Tools die Arbeit aus der Ferne trotzdem klappt.



© David Jancik / 123RF.com

Gnome Extensions

Gnome Shell Extensions haben sich mittlerweile von einer fehleranfälligen Bastellösung zu einem stabilen und leistungsfähigen Werkzeug entwickelt. Mit ihrer Hilfe erweitern Sie den Gnome-Desktop gezielt und passen ihn flexibel an Ihre Anforderungen an. Wir stellen Ihnen die besten Vertreter der Gattung vor.

Reguläre Ausdrücke

Reguläre Ausdrücke helfen beim Suchen und Ersetzen. Sie beschreiben Muster auf sehr spezifische Art und Weise. Um sie zu meistern, müssen Sie die mitunter wenig eingängigen Regeln nicht stur auswendig pauken: Die Webseite Regex101.com erleichtert den Einstieg ins Regex-Universum durch spielerisches Lernen.

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

LINUX
MAGAZIN

Ausgabe 07/2026 erscheint am 05.06.2026



© denis1203 / 123RF.com

Hin zum eigenen LLM

Keine Daten in fremden Clouds, keine Lizenzkosten, keine Abhängigkeit von Dritten – das alles machen quelloffene LLMs auf eigener Hardware möglich. Der Schwerpunkt der nächsten Ausgabe zeigt deshalb Best Practices für Self-Hosted-Setups auf und führt Sie in die Feinheiten beim Tuning für Open-Source-LLMs wie Llama 3, Mistral und Co. ein.

Loki-Workshop

Grafana Loki ist ein horizontal skalierbares, hochverfügbares und mandantenfähiges Log-Aggregationssystem, das von Prometheus inspiriert wurde. Es ist für Kosteneffizienz und einfache Bedienung optimiert. Ein Workshop im nächsten Linux-Magazin gibt Ihnen das Rüstzeug an die Hand, das nötig ist, um Loki effizient und sicher einzusetzen.

JETZT REGELMÄSSIG PER POST IM ABO OHNE VERPFLICHTUNG



15% Rabatt

**Jahres-Abo
12 Ausgaben
nur 112 €**

(auch als Magazin-Variante ohne DVD
für 91 € erhältlich – mehr unter
shop.linuxuser.de)



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

shop.linuxuser.de

Neues auf der Heft-DVD

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

VailuxOS 1.6.0.6

Mit dem Debian-Derivat VailuxOS wollen deutsche Entwickler den Umstieg auf das freie Betriebssystem erleichtern. Die Arbeitsoberfläche erinnert an die der neuesten Windows-Version und bietet ein Bedienkonzept, das einen Umstieg ohne große Brüche gewährleistet. Die Softwareverwaltung integriert die Debian-Repositories, sodass Ihnen ein nahezu unerschöpflicher Fundus an Anwendungssoftware zur Verfügung steht. Grafische Anwendungen liefert die Distribution in Flatpak-Containern aus. Die vorliegende Version festigt

die mit dem Major Release 1.6 eingeführten Neuerungen wie die schwebende Taskleiste und ein optimiertes Startmenü. Das Release konzentriert sich auf die funktionale Verfeinerung innerhalb der KDE-Plasma-6-Umgebung. Der optisch verbesserte Calamares-Installer erhöht die visuelle Konsistenz weiter. Sie booten VailuxOS über den Datenträger. Das ISO-Image finden Sie im Verzeichnis `isos/`. ➔ S. 6



Trisquel Mini 12.0 „Ecne“

Nach mehr als drei Jahren erschien im April das neue Major Release von Trisquel. Es basiert auf Ubuntu 24.04 LTS, den Unterbau stellt der Linux-Libre-Kernel 6.8. Die Distribution ist vollständig frei von proprietärer Software und Firmware, was die Zertifizierung durch die Free Software Foundation (FSF) belegt. Als Standardbrowser kommt der Abrowser in Version 124 zum Einsatz, als E-Mail-Client dient der etwas angestaubte Sylpheed 3.8.0 Beta. Darüber hinaus bringt Trisquel das schlanke Textverar-

beitungsprogramm Abiword 3.0.5 mit. Andere Office-Tools fehlen in der vorliegenden Minimalversion, lassen sich aber problemlos mit dem Paketmanager Synaptic 0.91.7 nachinstallieren. Als Videoabspieler steht MPV bereit, als Desktop-Umgebung dient LXDE 0.10.1. Sie booten das installierbare Live-System direkt vom Datenträger. Das ISO-Image finden Sie unter `isos/`.



SystemRescue 13.00

Die Wartungs- und Rettungsdistribution SystemRescue basiert auf Arch Linux. Als technisches Fundament nutzt das aktuelle Major Release 13.00 den Linux-Kernel 6.18.20 LTS, der die Hardwareerkennung optimiert und damit hohe Zuverlässigkeit für Reparatüreinsätze an moderner Hardware bietet. Eine signifikante Verbesserung betrifft die Kompatibilität mit HiDPI-Bildschirmen. Der Rückgriff auf die Standardschriftart des Kernels vermeidet eine zu kleine Darstellung der Systemkonsole auf hochauflösenden Bildschirmen. Ein neues

Skript automatisiert die Anpassung des Skalierungsfaktors basierend auf der jeweiligen Hardwareumgebung. Die Distribution bringt den Partitionseditor GParted in Version 1.8.1 mit. Die Unterstützung des Dateisystems Bcachefs verbesserten die Entwickler durch die Aktualisierung der Kernel-Module und der zugehörigen Werkzeuge. Sie booten das Live-System vom Datenträger, das ISO-Image finden Sie unter `isos/`. (t/e) ■



Darstellung
symbolhaft

PCGH-EDITION

Die nächste **Evolutionstufe.**

BACKFORCE

Neues Material / **Neuer Look***



LAUNCH

MITTE 2026

* Abbildung ähnlich. Änderungen in Design und Ausstattung bis zum finalen Produktlaunch vorbehalten.

linux**USER**

LESER WISSEN MEHR, ZAHLEN WENIGER.

 **golem**PLUS

33% **Rabatt**

exklusiv für unsere Leser

DEINE VORTEILE

 **golem**PLUS

Das Plus von Golem – mehr Wissen, mehr Hintergründe.

- Voller Zugriff auf alle Artikel auf Golem.de
- Beiträge zu IT-Sicherheit, Softwarearchitektur, Python und Karriere
- Wöchentlicher Golem-Plus-Newsletter mit exklusiven Inhalten
- E-Paper zu Themen wie Linux-Umstieg, KI-Entwicklung und C++



QR-Code scannen
und Vorteile sichern!

JETZT SICHERN!

www.golem.de/plus33